CHEMIN EN FER

DE

PARIS A VERSAILLES,

PAR

AUTEUIL, BOULOGNE, SAINT-CLOUD, SÈVRES, ETC.



CHAPITRE PREMIER.

TRACÉ ET PRINCIPALES DISPOSITIONS DU PROJET.

Le projet de chemin en fer de Paris à Versailles, que nous allons détailler dans cet écrit, a été conçu et étudié par M. Surville, ingénieur des ponts-et-chaussées, et par M. Guillaume, architecte, et a été déposé à l'administration des ponts-et-chaussées dans le courant de janvier 1835.

D'après ce projet, le chemin de fer partirait à Paris, soit de l'extrémité du Cours-la-Reine sur la place de la Concorde, soit de l'angle de l'allée de Marigny opposé à la maison de François I[er], en face du pont des Invalides.

Dans tous les cas, le lieu d'embarquement des marchandises serait situé près de ce pont, qui ouvrirait une communication facile entre l'origine du chemin de fer et l'entrepôt du Gros-Caillou.

De ce point, le projet se dirigerait sur la hauteur de Chaillot, qu'il traverserait par une galerie souterraine à double voie. Cette galerie conduirait le chemin de fer dans la plaine supérieure de Passy, où un embranchement particulier serait construit pour conduire à un embarcadère spécial, situé hors barrière sur l'avenue de Neuilly, afin de recevoir les bestiaux et les marchandises qui ne devront pas entrer dans Paris.

En suivant le tracé principal, la ligne du chemin de fer longerait l'enceinte du bois de Boulogne jusqu'à la Muette, puis jusqu'à Auteuil, d'où il se prolongerait jusqu'à la porte des Princes ; de là il irait joindre la Seine à l'aval du pont de Sèvres.

Un deuxième embranchement joindrait cette partie du projet, de la porte des Princes au pont de Saint-Cloud, pour établir une communication avec cette dernière ville et avec Boulogne.

La direction principale du chemin de fer aborderait la Seine par un remblai et la traverserait sur un pont fixe, des arcades seraient établies à la suite de ce pont au-dessus du chemin de halage, au-dessus de la route royale qui conduit de Sèvres à Saint-Cloud et qui borde la rive gauche du fleuve, puis dans la partie basse du parc de Saint-Cloud, pour conserver la circulation sur ces différents points.

Le chemin de fer pénétrerait alors le contrefort qui termine le parc de Saint-Cloud, et le traverserait par un souterrain à double voie, en laissant à gauche le pavillon de Breteuil et passant à 250 mètres environ de la Lanterne de Démosthènes.

Le chemin de fer atteindrait ainsi les fonds de Ville-d'Avray, traverserait la vallée de Fousses-Reposes et se développerait sur le revers du coteau en longeant Chaville, Doisu, Viroflay et le Grand-Montreuil.

A partir de ce dernier point, le chemin de fer serait dirigé sur Versailles par l'avenue de Saint-Cloud jusqu'à la place d'Armes; près de cette place on établirait l'embarcadère des voyageurs, et celui des mar-

chandises serait pratiqué hors barrière, au pied de la Butte de Picardie.

Dans le tracé que l'on vient de décrire, on a eu soin de disposer le nivellement du chemin de fer, de manière qu'il atteigne, soit en déblais, soit en remblais, les principales routes qu'il rencontre, afin que l'on puisse construire des ponts à ces points d'intersection, et isoler complétement le nouveau chemin des voies de communication qu'il coupera.

C'est ainsi qu'il sera construit des ponts de cette espèce, à la rue François Ier, à l'allée des Veuves, à la rue des Gourdes, à la Muette, à la route d'Auteuil, à celle des Princes, à la route de Sèvres à Saint-Cloud et à celle de Sèvres à Ville-d'Avray qui sont traversées par le projet.

Les communications secondaires seront conservées d'après le même principe, par des ponts placés soit au-dessous, soit au-dessus du chemin de fer, ou au moins par des barrières lorsqu'il y aura impossibilité de faire autrement.

Ainsi que nous venons de le dire, les embarcadères principaux du chemin de fer seront placés : 1° à Paris près du pont d'Antin, pour les voyageurs et les marchandises qui doivent s'introduire dans la capitale; 2° hors barrière, sur l'avenue de Neuilly pour les bestiaux et les marchandises qui passeront en transit ou n'entreront pas dans Paris: 3° à Boulogne près du pont de Saint-Cloud, pour les voyageurs de ces deux villes; 4° à Versailles, hors barrière au pied de la Butte de Picardie, pour les marchandises qui s'échangent entre Versailles et Paris; 5° enfin, à l'entrée de l'avenue de Saint-Cloud sur la place d'Armes à Versailles, pour les voyageurs qui circulent entre Versailles et Paris.

Indépendamment des embarcadères principaux, il en sera établi d'une moindre importance pour le service des points intermédiaires du chemin de fer.

Ces embarcadères seront placés à la Muette, à Auteuil, au parc de Saint-Cloud, à la partie supérieure de Sèvres, à Chaville et à Viroflay.

Les embarcadères secondaires se composeront seulement d'un bureau et d'un *tourne-hors*.

Les embarcadères principaux contiendront, selon leur destination, des salles d'attente, des parcs, des magasins, et les forges, remises, et dépendances nécessaires à l'exploitation du chemin de fer.

Il est inutile de faire remarquer que l'on a, autant que possible, séparé dans chacun de ces embarcadères, le lieu de départ et d'arrivée des voyageurs de celui des marchandises, afin d'éviter les encombrements et les accidents qui pourraient résulter de l'activité avec laquelle les convois s'entremêlent et se succèdent sur un chemin de fer à grande vitesse.

La partie du chemin de fer qui traversera le bas de Chaillot et le quartier de François I[er], et qui suivra le Cours-la-Reine jusqu'à la place de la Concorde (si l'on nous permet d'établir en ce dernier point l'embarcadère des voyageurs de Paris), sera construite en terrasse de 7 à 8 mètres de hauteur.

Des arcades ouvertes sous ce massif, à la demande de l'administration, rétabliront toutes les communications qui seraient coupées, et ouvriront toutes celles que l'on jugerait à propos d'établir.

La circulation n'aura, de cette manière, rien à souffrir de l'entrée du chemin de fer dans Paris par les Champs-Élysées, et la sûreté publique n'aura rien à en redouter.

A Versailles, la partie du chemin qui aboutira à l'embarcadère des voyageurs, situé près de la place d'Armes, suivra la contr'allée à gauche (en allant au château) de l'avenue de Saint-Cloud.

Par une disposition contraire à celle adoptée pour Paris, le chemin de fer suivra cette contr'allée en tranchée, en se maintenant dans un fossé à ciel ouvert de 7 mètres de profondeur, soutenu par des murs et terrasses couronnés de rampes ou de parapets.

Des ponts seront jetés sur ce fossé, dans le prolongement de toutes les rues qui aboutissent de ce côté

sur l'avenue de Saint-Cloud, et conserveront à la circulation toute sa liberté et toute sa sûreté.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les principaux travaux d'art du chemin de fer, se composeront, outre les ponts et aqueducs ordinaires, d'un grand pont fixe sur la Seine, à l'aval du pont de Sèvres, et des arcades qui seront établies à la suite pour traverser la partie basse du parc de Saint-Cloud.

Il y aura en outre deux souterrains. Le premier traversera la hauteur de Chaillot, il aura 1088 mètres de longueur. Le deuxième traversera le mamelon du parc de Saint-Cloud, il aura 908 mètres de longueur.

Le chemin de fer de Paris à Versailles sera construit à double voie; il aura 8 mètres de largeur de plateforme, dont 1 mètre 50 centimètres pour chaque voie, 1 mètre entre les deux voies et 2 mètres de chaque côté des voies pour francs-bords.

On diminuera cette largeur, pour la réduire à 6 mètres, au passage des ponts et des galeries souterraines du chemin en fer. Dans ces galeries, les voies seront séparées par un espace de 2 mètres de largeur, suffisant pour ranger les wagons auxquels il arriverait des accidents dans le parcours des galeries, souterraines, afin qu'ils n'entravent point la circulation.

La principale difficulté que présente l'établissement d'un chemin en fer de Paris à Versailles, résulte principalement, des hauteurs que le relief du sol oblige à surmonter. Pour franchir les obstacles de cette nature, on emploie ordinairement des *plans inclinés* accompagnés de *machines fixes et de câbles*, au moyen desquels ces machines dirigent la marche des convois.

Le Conseil général des ponts-et-chaussées, reconnaissant les graves inconvénients et les dangers qui accompagnent ce système de locomotion, a repoussé absolument l'usage de ces plans inclinés sur les chemins de fer à grande vitesse, particulièrement destinés au transport des voyageurs.

Ce même CONSEIL a cru devoir limiter, toujours

dans l'intérêt de la sûreté publique, les pentes à employer sur les chemins en fer de cette nature, en répudiant celles qui excèdent 5 millimètres d'inclinaions par mètre.

C'est en se conformant à ce principe que M. Defontaines, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, a dressé un projet adopté jusqu'à présent par l'administration, quoiqu'il présente un inconvénient extrêmement grave, conséquence naturelle de la condition qu'il fallait remplir, celui d'un allongement considérable dans le tracé du chemin de fer.

On sait, en effet, que le projet de M. Defontaines a presque 24,000 mètres (ou 6 lieues de développement), tandis que, par les routes ordinaires, il existe à peine 4 lieues de distance entre les deux extrémités du chemin.

Pour éviter cet inconvénient, tout en ayant égard aux principales décisions du Conseil des ponts-et-chaussées, l'on s'est proposé, dans le projet de Paris à Versailles, dont il s'agit ici, de franchir les principales hauteur du terrain, au moyen de *plans inclinés*, mais dressés selon des pentes assez douces, pour que l'on puisse les faire franchir aux convois qui fréquenteront le chemin, sans le secours de *machines fixes*, et au moyen seulement de deux machines locomotives qui seront, l'une la *machine ordinaire* de convoi, et l'autre une *machine de renfort*, cette dernière n'agissant et ne faisant partie des convois que pendant le parcours en remonte des *plans inclinés*.

Il existe en Angleterre un exemple bien connu de ce système de locomotion, pour le passage des plans inclinés de Whiston et de Fulton, sur le chemin de Manchester à Liverpool, où des convois de 26 à 28 tonnes de poids, sont journellement remontés sur ces plans inclinés, dressés à environ 1 centimètre par mètre, au moyen d'une *machine locomotive ordinaire* et d'une *machine de renfort* semblable à la première.

En examinant les effets de ce système de locomo-

tion, l'on s'est aperçu qu'avec le poids ordinaire de 26 à 28 tonnes les machines réunies n'utilisaient pas toute la puissance qu'elles peuvent développer à la remonte de ces plans inclinés, puisqu'il arrive souvent qu'une machine locomotive *seule* traîne en remontant un convoi tout entier, sans l'assistance d'une machine de renfort.

L'on a conclu de là qu'il serait possible d'augmenter le tonnage des convois traînés sur la pente de ces plans inclinés par les deux machines réunies, ou, ce qui revient au même, qu'en conservant au convoi son poids primitif on pourrait lui faire gravir une pente plus rapide que celle d'un centimètre par mètre avec ces deux machines.

C'est ainsi que l'on a été conduit à penser que l'application du système de locomotion des machines de renfort, était possible sur des *plans inclinés, dressés à deux centimètres par mètres*, et que l'on s'est déterminé à employer un plan incliné de cette nature pour surmonter la différence de niveau qui existe entre Paris et Versailles, dans le projet de chemin de fer que nous proposons pour réunir ces deux villes.

Ce plan incliné commencera au parc de Saint-Cloud, il aura 3, 726 mètres de longueur : sur le surplus du chemin, l'on ne fera usage que de pentes ordinaires, qui n'excéderont pas deux millimètres et demi par mètre.

Au moyen de cette disposition, le chemin en fer de Paris à Versailles, que nous proposons, aura seulement 16, 820 mètres de développement total. Cet espace est celui que les voyageurs auront à parcourir entre Versailles et Paris. La distance que les marchandises auront à franchir sur le même chemin, eu égard à l'emplacement de leurs embarcadères, ne sera que de 15, 420 mètres. Enfin, dans cette direction, la distance qui séparera Paris et Saint-Cloud sera réduite à 8, 290 mètres.

CHAPITRE II.

ÉLÉMENTS DE CE PROJET DE CHEMIN EN FER CONSIDÉRÉ COMME SPÉCULATION FINANCIÈRE.

Au moyen des dispositions générales du tracé et des ouvrages d'art, qui font l'objet du chapitre précédent, l'on a établi l'estimation des travaux à faire pour l'exécution de ce projet; c'est ainsi que l'on est parvenu à un premier document essentiel pour la question financière de l'entreprise, celui des dépenses générales de construction, dont le montant s'élève à la somme totale de 5,000,000 fr.

Ce premier document obtenu, l'on a recherché les renseignements statistiques qui devaient servir à faire apprécier la circulation probable du chemin de fer, et l'on a trouvé :

1° Entre *Paris*, *Saint-Cloud*, *Boulogne*, *Sèvres*, *et lieux avoisinants*.

La principale et l'unique circulation qui existe entre ces différents lieux est celle des voyageurs.

M. Corréard les a appréciés à 432,000 par année. M. Richard à 120,000 seulement; mais il faut remarquer que, le projet de M. Richard arrivant à Saint-Cloud par le haut, cet ingénieur a dû négliger la circulation relative à Auteuil et à Boulogne, qui est comptée par M. Corréard, et qui est au moins aussi considérable que celle de Saint-Cloud même.

Le chiffre de M. Corréard, est d'ailleurs d'accord avec les renseignements que nous avons recueillis ; et comme le chemin de fer que nous proposons, aura la même direction que celle projetée par cet ingénieur, et traversera en outre la ville de Sèvres, nous croyons pouvoir, sans exagération, adopter le même chiffre que lui.

Nous compterons donc pour la circulation de Paris à Saint-Cloud, Boulogne et Sèvres, sur un nombre annuel de 400,000 voyageurs.

2o Entre *Paris, Versailles et lieux avoisinants.*

Il existe entre Paris et Versailles une immense circulation de voyageurs et des échanges assez nombreux de marchandises.

Les voyageurs ont été comptés sur cette direction, dans une estimation de M. Charles Testut, pour 1,400,000 personnes chaque année ; et par M. Polonceau, inspecteur divisionnaire des ponts et chaussés, pour 900,000 ; mais ce dernier disait à cet égard, dans une notice publiée en 1834, que ce nombre n'est réellement que les deux tiers des voyageurs qui circulent sur cette direction.

M. Corréard a compté ce transport pour 730,000 personnes, et M. Richard pour 840,000.

Les renseignements que nous avons pris auprès des autorités de Versailles et de Paris, s'accordent pour fixer à 2,500 personnes par jour le nombre moyen des voyageurs qui parcourent cette direction. Nous adopterons en conséquence, pour ce transport, le chiffre de 900,000 voyageurs par an.

Quant aux marchandises qui sont transportées entre Paris et Versailles, elles proviennent particulièrement des routes de la Bretagne.

Des renseignements que nous avons été à même de recueillir pendant longtemps aux ponts à bascule de Versailles et de Sèvres, élèvent annuellement ces transports à 55,000 tonnes.

Nous ferons remarquer qu'en adoptant ces différents chiffres pour les voyageurs, nous négligerons un nombre considérable de transports, relatifs aux lieux intermédiaires qui se trouvent sur le tracé même du chemin, ou dans les environs, tels que Passy. Auteuil, Meudon, Ville-d'Avray, Chaville, Doisu, Viroflay et beaucoup d'autres lieux où il existe, comme dans

ceux-ci, un grand nombre de maisons de campagne, qui entretiennent une circulation continuelle avec Paris.

Pour faire la part du chemin de Paris à Versailles, nous ferons remarquer d'abord que, comme tous les chemins de ce genre, celui-ci présentera aux voyageurs et au commerce deux espèces d'avantages également importants, savoir : *la vitesse et l'économie dans les transports.*

La vitesse est surtout un motif déterminant pour les voyageurs, car elle leur présente à elle seule des avantages beaucoup plus considérables, même d'économie, que ne le pourrait faire aucune réduction de tarif.

En marchant en effet à raison de 8 lieues à l'heure, comme cela doit être pour les voyageurs sur un chemin en fer destiné à une grande activité, on épargne à peu près les trois-quarts du temps qu'il faut consacrer au voyage avec les voitures ordinaires.

N'est-ce pas là un avantage suffisant, pour déterminer toutes les classes de la société à se servir d'un chemin en fer de préférence aux véhicules actuels ? N'est-ce pas un bénéfice considérable que procure ce nouveau moyen de transport, en permettant de consacrer soit à ses plaisirs, soit à ses affaires un temps précieux qu'il faut passer aujourd'hui sur les routes et dans une position toujours pénible ?

D'après cela, nous pensons que l'économie dans les tarifs est moins importante pour les voyageurs que pour les marchandises (qui souvent sont indifférentes à la vitesse), et qu'il suffirait, pour attirer sur le chemin de fer qui nous occupe toute la circulation individuelle des localités qu'il doit parcourir, de n'apporter aucune augmentation dans le montant des dépenses actuelles. Or, le tarif auquel il nous sera permis de nous fixer, présentera des économies sur ces mêmes dépenses ; ainsi, à plus forte raison, nous sera-t-il permis d'attribuer à notre chemin de fer la to-

talité des voyageurs dont nous venons de signaler l'existence.

On ne trouvera aucune exagération dans cette attribution, si l'on veut bien remarquer, que déjà nos relevés ont été établis en ayant égard à l'incertitude des renseignements que l'on est obligé d'adopter en pareille matière; que d'ailleurs on a négligé, dans les appréciations qui précèdent, de compter toutes les personnes transportés par les voitures particulières, ainsi que les piétons, ce qui produira probablement un grand nombre de voyageurs pour notre chemin de fer.

Enfin, que l'on a encore relégué dans les éventualités du projet l'accroissement que prendra nécessairement la circulation de ces localités, après l'exécution du chemin de fer, si l'on en juge par l'influence que les établissements de cette nature ont eue partout où ils ont été formés, et notamment entre Saint-Etienne et Lyon, et entre Manchester et Liverpool où les relations individuelles, quoique déja très actives, se sont plus que doublées.

Relativement aux transports qui se font aujourd'hui par le roulage entre Versailles et Paris, comme ils ne pourraient avoir lieu sur la route en fer, qu'en transbordant les marchandises et se servant d'un camionage coûteux à Paris, il est à croire que le commerce trouverait de trop faibles avantages à ce changement pour l'adopter dès l'abord.

Aussi avons-nous pensé que ces transports ne doivent être comptés maintenant, dans les produits du chemin de fer, que pour ceux qui se font directement entre Paris et Versailles, pour l'approvisionnement de cette dernière ville; transports que nous estimons s'élever à 7,000 tonnes seulement par année.

En résumant ce que nous venons de dire, sur la circulation probable du chemin en fer de Paris à Versailles, on trouve qu'elle se composera au *minimum*, ainsi qu'il suit, savoir:

Voyag.	entre Paris et Saint-Cloud.	400,000
	entre Paris et Versailles. .	900,000
March.	entre Paris et Versailles. .	7,000 tonnes.

Connaissant ainsi le montant des frais d'exécution du chemin de fer et les éléments de ses produits, l'on s'est proposé de déterminer le tarif qui convient à cette entreprise, et pour cela l'on a d'abord estimé les frais d'exploitation et d'administration qu'elle exigera.

A cet effet, l'on s'est servi des données experimentales, fournies par les comptes rendues des chemins de fer de Manchester à Liverpool et de Saint-Etienne à Lyon, lesquels ont été établis et publiées en 1834, par M. Surville, ingénieur, dans une brochure, ayant pour titre : *Des chemins de fer considérés comme spéculations financières.* Il résulte de ce travail, que le prix du charbon étant de 30 fr. au moins la tonne dans les localités du chemin en fer de Paris à Versailles, les frais d'administration, d'entretien, de traction et d'exploitation, en raison de la longueur du chemin, du montant de ses travaux et de son activité probable, se composeront ainsi qu'il suit, savoir :

1° Frais d'administration (à raison d'une somme annuelle de 50,000 fr. augmentée de celle de 1,000 fr. par kilomètre), ci	67,000 fr.
2° Frais de garde et de police à raison de 1,000 fr. par kilomètre	17,000
3° Frais d'entretien à raison de 2 p. 100 des dépenses de construction	100,000
4° Frais de traction, de combustible, de service, d'emmagasinement et d'expédition, savoir :	
Pour les marchandises 108,500 kilomètres de parcours par année pour une tonne de marchandise à 10 c.	10,850
Pour les voyageurs 18,500,000 kilomètres à raison de 4 c., ci	740,000
5° Dépenses imprévues	65.150
Total des frais annuels. . .	1,000,000 fr.

Report	1,000,000 fr.
En ajoutant 10 p. 100 du capital de construction pour intérêt légal, prime des capitaux et de l'industrie, et chances de pertes et de mécomptes, ci	500,000
Il vient, pour le produit que la compagnie devra retirer annuellement de son entreprise, ci	1,500,000 fr.

C'est en raison de ce produit *nécessaire* que nous avons établi le tarif ci-après, de beaucoup inférieur à ceux de tous les projets présentés jusqu'à présent, savoir :

INDICATIONS.	1re cl.	2e cl.	3e cl.	p. moy.
Voyageurs de Paris à St.-Cloud.	0, 70	0, 60	0, 50	0, 60
D° — de Paris à Versailles.	1, 50	1, 25	1, »	1, 25
Toute distance intermédiaire sera payée	0, 08	0, 07	0, 06	0, 7
Le prix des places sera augmenté pour les dimanches et fêtes, de . .	0, 20	0, 15	0, 10	0, 15
Marchandises encombrantes, par tonne et par kilomètre				0, 20
Marchandises lourdes				0, 15

Tout paquet de marchandises qui sera remis isolément à l'entreprise, et qui pèsera moins que 500 kilogrammes, acquittera le droit comme s'il avait ce poids.

Appliquant les prix de ce tarif au tableau de la circulation probable du chemin de fer, il vient pour les produits présumés de ce chemin, savoir. :

1° Voyageurs de Paris à Saint-Cloud, 400,000, au prix moyen de 60 c.	240,000 fr.
2° Voyageurs de Paris à Versailles, 900,000, au prix moyen de 1 fr. 25 c. . .	1,125,000
3° Marchandises, 7,000 tonnes, au prix moyen de 2 fr. 62 c.	18,375
4° Pour primes des dimanches et fêtes .	116,625
Total	1,580,000

Ce résultat, se rapportant avec le chiffre que nous avons indiqué ci-dessus, s'accorde avec les intérêts du commerce de la compagnie, puisque, au moyen de ce faible tarif, cette dernière obtiendra environ 10 p. 100 de ses capitaux, tout en présentant des économies de plus de 30 p. 100 sur les prix moyens des transports actuels.

Avant de clore ce chapitre, nous pensons qu'il convient de dire un mot justificatif de l'estimation que nous venons d'établir, en ce qui concerne particulièrement les frais d'entretien, d'administration et surtout d'exploitation de notre chemin de fer. Dans cette estimation ces frais divers s'élèvent à plus des *deux tiers* de la recette totale, et ce chiffre pourra paraître exagéré, si l'on s'en rapporte aux appréciations établies par les différents ingénieurs qui se sont occupés de ce projet de chemin en fer.

Ainsi M. Devilliers, inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées, a compté à peu près la dépense annuelle du chemin de fer pour la *moitié de ses recettes*.

M. Polonceau a établi ses calculs sur la même base, mais en comprenant dans les dépenses l'intérêt à 5 p. 100 du capital d'exécution, ce qui réduit à moins *du tiers* des recettes son appréciation des frais d'exploitation.

C'est entre ces deux limites du *tiers à la moitié* des recettes brutes, que se renferme aussi l'estimation des dépenses des autres projets, à l'exception pourtant du projet de M. Richard, qui dit formellement que les frais de service, d'entretien, et d'administration des chemins de fer ne s'élèvent jamais au-delà de 25 p. 100 de leur produit.

Ces estimations sont certainement insuffisantes, ainsi que nous l'avons annoncé plus haut; on sait en effet que sur le chemin de Manchester à Liverpool, les rendus de comptes semestriels n'ont pas encore présenté une seule balance, où le montant des dépenses se soit élevé à moins des *trois cinquièmes* de la recette, depuis l'origine de l'exploitation de ce chemin.

Il en est de même pour le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon où les frais se sont toujours élevés aux *deux tiers* au moins des recettes.

Or, nous ferons observer 1° que sur le chemin de Manchester à Liverpool, le combustible ne revient qu'à 9 fr. la tonne, et que sur celui de Saint-Étienne à Lyon, la même mesure de charbon coûte au plus 6 fr; 2° que le prix du charbon entre pour beaucoup dans le montant des frais de traction ; 3° que, dans les environs de Paris, ce combustible ne vaut pas moins de 30 à 35 fr. la tonne, et que le coke y revient à 55 et 60 fr. ; 4° enfin, que dès lors il n'est pas étonnant que nos appréciations de dépenses soient plus élevées que celles des chemins de fer de Manchester et de Saint-Étienne.

Nous ajouterons que c'est sous ce rapport que nous paraissent errer particulièrement tous les auteurs de la plupart des projets de chemins de fer qui ont été publiés jusqu'à ce jour, et qu'il est à craindre, selon nous, que la faiblesse de ces estimations, ne produise des mécomptes fâcheux dans les résultats que l'on attend d'un grand nombre de ces entreprises, qui ont été calculées d'après des principes analogues à ceux que nous venons de combattre. C'est pour éviter une semblable déception, pour la compagnie du chemin en fer de Paris à Versailles, que nous avons préféré courir le risque d'exagérer un peu, dans la question, encore incertaine de l'estimation des dépenses annuelles des chemins de fer en France, plutôt que de nous tenir au-dessous du chiffre que les expériences connues indiquent.

CHAPITRE III.

RÉSUMÉ DES AVANTAGES DU NOUVEAU PROJET DU CHEMIN EN FER DE PARIS A VERSAILLES.

Dans les deux chapitres précédents, l'on a décrit le tracé et les principales dispositions du nouveau projet de chemin en fer de Paris à Versailles, que nous proposons d'exécuter. On a fait connaître les ressources que la circulation individuelle et commerciale des localités traversées par ce chemin de fer présentera à cette entreprise, et le tarif qui lui est nécessaire, en raison de l'élévation des dépenses de construction et des frais annuels d'exploitation, pour rendre suffisamment avantageuse la spéculation qui sera basée sur cette affaire. Maintenant nous allons indiquer avec détail tous les avantages, tant particuliers que généraux, que ce chemin de fer présente sur tous les autres, et principalement sur celui de M. Defontaines, auquel l'Administration a donné la préférence.

Et d'abord on fera remarquer que notre projet ne traverse sur tout son développement aucune propriété importante, tandis que le projet de l'administration en attaquera plusieurs, notamment dans la commune de Ville-d'Avray.

Notre projet n'exigera pas d'ailleurs de travaux d'art plus considérables que ceux qui sont compris dans le tracé admis par les Ponts-et-Chaussées. Il ne contiendra en effet, comme celui de M. Defontaines, qu'un pont sur la Seine et deux galeries souterraines.

D'un autre côté, notre chemin de fer sera disposé à la fois pour le transport des voyageurs et celui des marchandises, et présentera, à cet égard, au commerce et à la circulation, des facilités que n'offrirait pas au même degré le projet des ponts-et-chaussées.

En effet, la ligne de Paris à Versailles que nous proposons, aboutissant aux abords du pont des Invalides, se trouvera à portée de l'entrepôt du Gros-Caillou, où les marchandises pourront se rendre à peu de frais, et sans encombrement, par un camionage peu développé, tandis que celles qui arriveraient de Versailles, par le projet de M. Defontaines, n'aboutiraient qu'à l'embarcadère du chemin de Saint-Germain, situé dans Paris, près de l'ancien emplacement de Tivoli, à une lieue environ de l'un ou de l'autre des deux entrepôts de cette ville, auxquels les marchandises ne pourraient se rendre que par un camionage long et coûteux pour le commerce, encombrant pour les rues de la capitale, et d'une surveillance difficile pour les employés de l'octroi et de la douane.

D'un autre côté, notre chemin en fer de Paris à Versailles, arrivant par un embranchement au pont même de Saint-Cloud, à la hauteur des promenades du parc, sera beaucoup mieux disposé pour la circulation qui a lieu entre Saint-Cloud, Boulogne et Paris, que ne le serait le projet de M. Defontaines dont l'embarcadère se trouverait placé sur la sommité qui domine la première de ces villes.

Quant à Versailles, l'embarcadère des voyageurs de notre chemin de fer étant situé sur la place d'Armes, point tout-à-fait central de cette ville, se trouverait encore beaucoup mieux disposé pour la circulation que sur le boulevart la Reine, où doit aboutir le projet de M. Defontaines. Ce dernier emplacement, en effet, éloignerait l'origine du chemin de fer du quartier Saint-Louis, qui est le plus étendu et le plus habité de Versailles.

Ces avantages de position des embarcadères ne seraient pas les seuls que le chemin en fer de Paris à Versailles, que nous avons projeté, offrirait à la circulation; ainsi, cette direction présenterait au commerce et aux voyageurs, comme nous l'avons déjà dit, une ligne à parcourir de 15 à 16,000 mètres d'étendue

seulement, au lieu de de 24,000 mètres que doit avoir le tracé de M. Defontaines. Il y aurait donc une réduction de 8,000 mètres (environ d'un tiers du chemin) à suivre notre directiou, et notre projet serait ainsi, dans ses dispositions, d'une utilité bien plus étendue que celui qui a été admis par *l'administration.*

Mais il est encore une considération que l'on doit faire valoir en faveur de notre ligne, et qui établit, d'une manière tout-à-fait définitive, sa supériorité sur le projet de M. Defontaines. Cette considération se rapporte aux résultats des deux entreprises considérées comme *spéculations financières.*

Nous avons fait voir, dans ce qui précède, qu'avec le tarif demandé pour notre chemin en fer de Paris à Versailles, on présentera aux marchandises et aux voyageurs une économie d'environ *un tiers* sur le montant de la dépense actuelle des transports; et que cependant, tout en présentant cet avantage à la circulation, la compagnie concessionnaire de notre chemin de fer, devra recueillir de cette entreprise, 10 p. 100 au moins de ses capitaux; en sorte que l'affaire se trouvera combinée de manière à satisfaire raisonnablement tous les intérêts à la fois.

En sera-t-il de même sur la ligne admise par *l'administration?* c'est ce que nous allons examiner.

Pour comparer ces deux projets, sous le rapport des avantages pécunaires, il faut faire sur chacun d'eux l'application de la statistique qui a été établie plus haut, puis calculer sommairement leurs dépenses annuelles, d'après les bases qui ont été justifiées ci-dessus; enfin apprécier les produits d'après des tarifs qui rendent équivalents, sur chaque ligne, les avantages que le public doit en retirer. De cette manière, tous les éléments de ses deux calculs étant identiques leurs résultats seront logiquement comparables.

En agissant ainsi pour le projet de M. Defontaines, il faut admettre d'abord, avec cet ingénieur, que les 20,000 mètres de longueur que son projet pré-

sentera, depuis Versailles jusqu'à son embranchement à Asnières, avec le chemin du Pecq, coûteront 5 millions de francs. Et, comme à partir d'Asnières les transports auront encore à parcourir 4,000 mètres de longueur jusqu'à Paris, ce qui fera en tout 24,000 mètres entre Paris et Versailles, on devra diminuer d'*un sixième* les prix de transport du chemin en fer de M. Defontaines, pour qu'en totalité ils ne soient pas plus élevés que sur le nôtre.

D'un autre côté, le chemin en fer de M. Defontaines, partant de Versailles, recevrait évidemment, comme le nôtre, les 900,000 voyageurs de cette ville et les 7,000 tonnes de marchandises qu'elle échange avec Paris; mais, comme il passerait sur le haut de Saint-Cloud, ce chemin recevrait seulement tout au plus les 120,000 voyageurs sur lesquels on comptait dans le projet de M. Richard, qui avait la même position que celui-ci, relativement à cette ville.

Cela posé, en comptant, comme pour notre chemin, le prix moyen du transport des voyageurs de Paris à Saint-Cloud pour 60 centimes, celui des voyageurs de Paris à Versailles pour 1 fr. 25 cent., celui des marchandises pour 2 fr. 62 cent., et diminuant ces prix d'*un sixième*, on trouvera pour les produits du chemin de M. Defontaines, savoir :

1° Voyageurs de Paris à Saint-Cloud, 120,000 à 50 c.	60,000 fr.
2° Voyageurs de Paris à Versailles, 900,000 à 1 fr. 04.	936,000
3° Marchandises, 7,000 tonnes à 2 fr. 18 c.	15,260
4° Pour les primes des dimanches et fêtes.	80,740
Total des produits.	1,092,000 fr.

Quant aux dépenses annuelles elles s'élèveront, en

calculant, comme nous l'avons fait pour notre projet, savoir :

1° Pour frais d'administration	70,000 fr.
2° Pour garde et police	20,000
3° Pour entretien	100,000
4° Pour frais de traction.	
1° Des marchandises, 140,000 kilog. à 10 c.	14,000
2° Des voyageurs, 20,400,000 kilog. à 4 c.	816,000
5° Dépenses imprévues	30,000
Total des dépenses annuelles.	1,050,000 fr.

Ce qui ne donnerait que 42,000 fr. de produit net pour le capital dépensé dans la construction de ce projet :

Il résulte de là que les mêmes éléments qui produiraient 10 p. 100 à la compagnie de notre chemin en fer de Paris à Versailles ne donneraient aucun résultat sur celui de M. Defontaines ; de manière que la ligne adoptée jusqu'à présent par les Ponts-et-Chaussées suffirait à peine à ses propres dépenses.

Puisque l'Administration place dans ses devoirs d'éclairer les capitalistes sur les probabilités de succès des opérations qui leur sont présentées, afin d'éviter autant que possible des mécomptes qui, s'ils se renouvelaient fréquemment, éloigneraient les capitaux des entreprises d'utilité publique, elle trouvera sans doute dans ce dernier résultat un motif puissant de prendre en considération le projet que nous lui présentons, puisqu'il doit satisfaire le mieux, et de *toutes les manières possibles*, à ce que l'on peut attendre d'avantageux d'une semblable entreprise.

Pour être en droit de réclamer cette haute impulsion, il reste à examiner notre projet de Paris à Versailles sous le rapport des *pentes* qu'il contiendra et du *système de*

locomotion dont on fera usage sur ce chemin en fer : c'est ce que nous allons faire dans les chapitres suivants.

CHAPITRE IV.

DISPOSITIONS RELATIVES A LA LOCOMOTION DU CHEMIN EN FER ET EXPOSÉ DES PRINCIPES SUR LESQUELS ELLE REPOSE.

Lorsqu'un chemin en fer doit être parcouru, comme celui qui nous occupe, par des voyageurs et des marchandises, avec la plus grande vitesse habituelle de ces transports, celle de 32 kilomètres ou 8 lieues à l'heure pour les voyageurs, et de 16 kilomètres ou de 4 lieues à l'heure pour les marchandises, il importe à la conservation du chemin en fer de modérer le tonnage des convois : c'est pourquoi l'on ne se servira ici que de machines locomotives, qui, avec une force de 10 à 12 chevaux, ne pèseront moyennement que 4 tonnes, machines dont il existe plusieurs modèles en activité sur les chemins en fer en Angleterre. Nous donnerons à ces machines deux cylindres à vapeur de 24 centimètres de diamètre et de 40 centimètres de course. Leurs pistons auront ainsi 452 centimètres carré de surface chacun, et 904 centimètres ensemble.

Enfin les roues du chariot locomoteur auront 1 mètre 40 centimètres de diamètre, et 4 mètres 40 centimètres de circonférence.

D'après les expériences faites sur la consommation de ces machines, elles n'exigent qu'un approvisionnement d'eau et de charbon de 2,000 kilogrammes au plus pour le parcours de 34 kilomètres. En renouvelant l'approvisionnement à Paris et à Versailles, qui ne sont distants que de 16 kilomètres, il suffira donc de 1000 kilogrammes pesant chargés sur le chariot d'approvisionnement; et, comme celui-ci pèsera lui-même 1,000 kilogrammes, on pourra ne compter que

pour 6 tonnes le poids pour lequel le chariot et la machine entreront ensemble dans la masse des convois.

Quant au tonnage de ces convois, il sera déterminé de manière à ce que, avec leurs machines locomotives, ils puissent parcourir *les pentes les plus rapides* des parties ordinaires du chemin avec une vitesse de 8 lieues ou de 32 kilomètres à l'heure (8 mètres 80 centimètres par seconde) pour les convois de voyageurs, et de 4 lieues ou 16 kilomètres à l'heure (4 mètres 40 centimètres par seconde) pour les convois de marchandises.

Ainsi, un cheval de feu étant capable d'élever un poids de 75 kilogrammes par seconde à un mètre de hauteur, ou de porter 274 kilogrammes par heure à 1 kilomètre de distance, une machine de la force de 12 chevaux pourra transporter un poids de 3,288 kilogrammes par heure sur 1 kilomètre de longueur.

D'après cela, les convois de voyageurs marchant à la vitesse de 32 kilomètres présenteront une résistance de $\frac{3288}{32} = 102$ kilomètres, et les convois de marchandises marchant à la vitesse de 16 kilomètres présenteront une résistance de $\frac{3288}{16} = 204$ k. En donnant la valeur de 0,004 au coefficient du frottement, la résistance sur la pente la plus forte des parties ordinaires, celle de 3 millimètres par mètre, sera égale à 0,007, d'où il suit que le tonnage complet des convois de voyageurs pourra s'élever à $\frac{102}{0,007}$ k. = 14,570 k. = 14 tonnes 57; et celui des marchandises à $\frac{204}{0,007}$ k. = 29,140 k. = 29 tonnes 14; quantités que nous réduirons en nombres ronds à 14 tonnes et à 28 tonnes. Retranchant le poids de la machine et le poids de son chariot (6 tonnes), et comptant les wagons ou berlines pour le tiers du reste, on trouve pour le poids utile transporté par chaque convoi, savoir: 1° Pour les voyageurs 6 tonnes 34 de poids ou 75 personnes à raison de 14 par tonnes; 2° pour les marchandises 15 tonnes.

Dans les calculs auxquels nous allons nous livrer, nous nous sommes appuyés sur deux principes différents de

ceux qui ont été adoptés jusqu'à ce jour par les Ponts-et-Chaussées ; nous allons les justifier.

Le premier est relatif à la valeur du coefficient du frottement que nous comptons pour 0,004 seulement, et qui l'a été jusqu'à ce jour, pour 0,005.

Il nous suffira de citer l'ouvrage publié par M. de Pambour, sur les machines locomotives et les chemins en fer, pour modifier cette justification, puisqu'il établit, chapitre III, que le coefficient du frottement déterminé d'après un grand nombre d'expériences, s'est élevé seulement à 0,0036, pour des convois composés approximativement comme ceux qui nous occupent. Ainsi, on doit maintenant diminuer l'ancienne valeur de 0,005 dans les calculs relatifs aux chemins en fer; et en la réduisant à 0,004, comme nous l'avons fait, on sera encore sûr d'être au-delà de la vérité et d'exagérer la résistance.

Le second motif que nous avons modifié est relatif à la puissance transmise par les machines locomotives.

Jusqu'à présent on avait admis que la puissance utilisée n'était au plus que les 6/10es de la puissance absolue de la machine ; et depuis, un ingénieur distingué (M. Navier), a prétendu que la perte de la puissance pouvait être représentée par l'expression $(\frac{T}{2}+1)$ (T étant la tension totale dans la chaudière, comptée en atmosphère).

C'est cette valeur adoptée aujourd'hui par les Ponts-et-Chaussées, que nous croyons nécessaire de modifier.

Si cette expression était exacte en effet, il faudrait, pour que le mouvement d'une machine fût possible, que l'on eût toujours $T > \frac{T}{2}+1$ ou $T > 2$, d'où il résulterait qu'une machine de ce genre ne pourrait fonctionner qu'avec une tension totale d'au moins 2 atmosphères, ce qui est journellement contredit par l'expérience. Il a été constaté en effet, en Angleterre, qu'il suffit que la tension de la vapeur soit élevée à une atmosphère et 1/4 dans la chaudière des machines locomotives, pour que le mouvement se manifeste.

D'un autre côté, les chaudières des machines étant construites pour une tension maximum de 4 atmosphères 1/2, et les soupapes disposées pour donner passage à la vapeur, du moment que cette tension est dépassée, si l'expression indiquée ci-dessus pour la perte de l'action de la machine était exacte, elle devrait être pour la tension maximum des machines de 3 atmosphères 25, c'est-à-dire qu'une machine ne pourrait fonctionner qu'en utilisant au plus 1 atmosphère 25 seulement, ou une pression de 1 kilogramme 25 par centimètre carré de la surface de ses pistons.

Or, l'expérience prouve que les machines agissent avec des convois qui exigent une puissance bien plus considérable. Ainsi, sur le chemin en fer de Saint-Etienne à Lyon, l'on a vu *la Jakson*, marcher pendant une heure consécutive sur un plan incliné dressé à 14 millimètres par mètre, en utilisant 2 kilog. 90 de pression; puis, marcher encore pendant un parcours tout entier du même chemin en fer, avec 2 kilog. 50 d'action utile sur chaque centimètre carré de ses pistons.

Journellement encore, on voit les machines construites sur les mêmes modèles, par MM. Séguin frères, renouveller le même service, à raison aussi de 2 kilogrammes 50 de pression utilisée.

Sur les chemins en fer de l'Angleterre, *la Flèche* et *le Dard*, agissant conjointement, traînent des convois à la remonte des plans de Whiston et de Sutton (qui ont 2,400 mètres de longueur et 1 centimètre de pente par mètre), avec une action utile de 2 kilo. 25, par centimètre carré.

Enfin, nous citerons *la Victoire*, qui utilise journellement jusqu'à 2 kilog. 90, et *la Samson*, qui emploie jusqu'à 2 kilog. 70 de pression.

Et cependant, comme nous venons de le dire, si l'expression adoptée par les Ponts-et-Chaussées était exacte, l'effort utilisé par ces machines, ne devrait pas dépasser 1 kilog. 25, par centimètre carré.

On pourrait encore multiplier ces exemples en puisant dans les nombreuses expériences que M. de Pam-

bour a fait connaître, et il en résulterait que ce ne sont pas là des faits isolés, accidentels, qui font exception à la règle, mais bien un état inhérent aux machines locomotives et que l'on peut faire naître à volonté.

Au moyen de ces divers résultats d'expériences, nous avons cherché à déterminer approximativement les limites dans lesquels se renferme la perte des machines locomotives, pour la tension que la vapeur peut prendre dans la chaudière de ces machines.

Et d'abord nous avons reconnu qu'à raison du terme constant, que doit contenir l'expression de la perte de puissance des machines, par suite de la pression atmosphérique extérieure, cette valeur doit être de la forme $(\frac{T}{x} + 1)$ qui lui a été précédemment assignée.

Cela posé, pour qu'il y ait mouvement possible, il est évident qu'il faut que la tension perdue soit plus faible que la tension totale, ou que l'on ait $(\frac{T}{x} + 1) < T$ d'où l'on tire $x > \frac{T}{T-1}$; mais l'expérience que l'on a cité précédemment apprend que le mouvement se manifeste aussitôt que l'on a $T = 1{,}25$. On aura donc pour la valeur de x, qui répondra à la plus faible tension que l'on peut employer dans les machines locomotives, $x > 5$, et à la limite $x = 5$.

Pour obtenir une autre limite, nous ferons remarquer que la perte sur la tension de la vapeur, augmentée de la tension utilisée, doit être égale à la tension totale dans la chaudière, c'est-à-dire qu'en appelant τ la tension utilisée, on a :

$$\frac{T}{x} + 1 + t = T, \text{ d'où } x = \frac{T}{T - (1 + \tau)}.$$

Or, la plus forte tension utilisée dans les expériences précitées, est de 2 kilog. 90, et le maximum de tension que peut prendre la vapeur dans les mêmes machines est de 4 kilog. 50 : en faisant à la fois $T = 4$ kilog. 50 et $\tau = 2$ kilog. 90 dans la formule pré-

cédente, si l'on fait erreur, cela ne pourra être qu'autant qu'on attribuerait ainsi une trop faible valeur à la tension utilisée, pour la tension totale de 4 kilog. 50, ou que l'on en attribuerait ainsi une trop forte à la tension perdue.

On obtient ainsi $x = 7, 50$; donc, pour la tension maximum de 4 kilog. 50, la valeur de x ne serait jamais moindre que 7, 50.

D'après cela, les limites de la valeur de la perte de tension des machines locomotives, doivent être fixées ainsi qu'il suit relativement à la tension totale T, savoir : pour la plus faible valeur de T $\left(\frac{T}{5}+1\right)$, et pour sa plus forte valeur $\left(\frac{T}{7{,}50}+1\right)$, de telle sorte que la perte d'action des machines locomotives n'est pas dans un rapport constant avec la tension totale, comme le suppose l'expression admise jusqu'à ce jour, mais bien dans des rapports qui décroissent à mesure que la tension totale augmente, de manière que la perte de la tension, quoique augmentant elle-même avec elle, devient relativement de plus en plus faible, et que sous ce rapport il y a avantage à se servir des machines locomotives avec de fortes tensions.

D'après les valeurs des tensions utilisées ou perdues que nous venons de déterminer, pour les limites de tensions extrêmes que la vapeur peut recevoir, dans les chaudières des machines locomotives, nous avons dressé le tableau suivant, qui indique approximativement les valeurs successives que prendraient ces tensions dans les différents degrés qui se trouvent placés entre ces deux limites.

SAVOIR :

TENSIONS totales.	TENSIONS utilisées.	TENSIONS perdues.	VALEURS de x.
k.	k.	k.	k.
1 25	» »	1 25	5 00
1 50	0 21	1 29	5 19
1 15	0 42	1 32	5 38
2 »	0 64	1 36	5 58
2 25	0 86	1 39	5 77
2 50	1 06	1 42	5 96
2 75	1 30	1 45	6 16
3 »	1 53	1 47	6 35
3 25	1 76	1 49	6 54
3 50	1 98	1 52	6 73
3 75	2 21	1 54	6 93
4 »	2 44	1 56	7 12
4 25	2 67	1 56	7 31
4 50	2 90	1 60	7 50

Ce tableau donnera approximativement la tension totale sous laquelle une machine devra fonctionner, lorsqu'on connaîtra la tension utile qui sera nécessaire à sa marche, et qui pourra toujours se déterminer facilement *à priori*, au moyen de la formule

$$T = \frac{\pi r}{c} \frac{(P+p)(n+a)}{s}$$

dans laquelle (P) est le poids des wagons, (p) celui du moteur mécanique, (P+p) le poids total du convoi, (n) le coefficient du frottement, (a) la tangente de l'inclinaison du chemin, (r) le rayon des roues, (c) la course du piston, (s) la surface de ces mêmes pistons et (T) la tension utilisée.

Cela posé, il sera facile de vérifier qu'une machine locomotive et une machine de renfort réunies suffiront toujours pour faire remonter, aux convois de

voyageurs et de marchandises, le plan incliné à *deux centimètres par mètre*, que nous nous proposons d'établir sur le chemin en fer de Versailles à Paris, sans dépasser la tension extrême qui est assignée à ces machines.

Pour déterminer la tension utilisée, il faudra faire dans la formule précédente : $p=8$ tonnes, $\pi=3,14$, $r=0,70$, $c=0,40$, $s=1808$, $n=0,004$, $a=0,02$, et successivement. $P=10$ tonnes pour les voyageurs et $P=24$ tonnes pour les marchandises, ce qui fournira, savoir :

1° Relativement aux voyageurs, tension utilisée, 1 kilog. 31 ; tension totale, 2 kilog. 76 ;

2° Relativement aux marchandises, tension utilisée, 2 kilog. 33 ; tension totale, 3 kilog. 88.

Ces tensions totales sont inférieures à la tension extrême de 4 kilog, 50, ce qui prouve que, si l'on considère la locomotion sous le rapport seulement de l'énergie des machines, les convois de marchandises et de voyageurs, indistinctement, pourront être remorqués, sans difficulté, sur le plan incliné du chemin en fer, avec des machines locomotives et de renfort ordinaires agissant concurremment.

En faisant un calcul analogue pour déterminer, d'après cette méthode, les tensions totales qui seront nécessaires pour faire parcourir aux convois les parties ordinaires du chemin en fer ; ce qui se fera en posant, $p=4$ tonnes, $s=904$, $a=0,003$, et laissant aux autres quantités leurs valeurs ci-dessus, on trouve :

1° Pour les voyageurs, tension utilisée, 0 kilog. 59 ; tension totale, 1 kilog. 93 ;

2° Pour les marchandises, tension utilisée, 1 kilog. 18 ; tension total, 2 kilog. 60.

En sorte que, pour passer des parties ordinaires du chemin en fer sur le plan incliné, la tension n'aura à s'élever que de 0 kilog. 81 pour les voyageurs, et de 1 kilog. 28 pour les marchandises, ou respectivement de 11 degrés ou de 14 degrés centigrades, dans la ma-

chine locomotive des convois, pour arriver à la tension nécessaire au parcours des plans inclinés.

Cette élévation de température s'obtiendra facilement en activant le foyer un peu à l'avance, elle s'établira d'ailleurs naturellement sur le plan incliné lui-même, par la diminution de vitesse de la marche des convois, puisque les machines, agissant avec une force constante, fourniront nécessairement une plus grande tension à la vapeur lorsqu'elles en consommeront une moindre quantité.

D'après cela, la remonte *du plan incliné dressé à deux centimètres par mètre*, ne présentera donc aucun obstacle à la locomotion sur le chemin en fer, lorsqu'on adjoindra, aux machines locomotives, une machine de renfort de force semblable.

Il ne pourrait plus y avoir d'obstacle, en effet, que par l'insuffisance de l'adhérence des roues sur les rails du chemin en fer; ce qui ne pourrait avoir lieu pour les convois de voyageurs, puisque la résistance n'étant dans ces convois, que 452 kilog., et le poids des deux machines s'élevant à 8,000 kilog., l'adhérence n'aurait à se développer, pendant la locomotion, que pour *un vingtième* du poids des machines, ce qui est toujours dépassé, dans la pratique, car on sait maintenant qu'elle s'élève généralement au *quinzième de ce poids*, et souvent même au *treizième* et au *dixième* de sa valeur.

Relativement aux convois des marchandises, la résistance, aux roues, serait de 768 kilogr., en sorte que l'adhérence des deux machines aurait à se développer pendant la locomotion pour *un onzième* environ de leur poids. Cette circonstance pourrait faire obstacle à la marche des convois, puisque l'adhérence est souvent inférieure à ce rapport; mais il serait facile de corriger cet inconvénient, en employant pour la remorque des convois de marchandises sur le plan incliné, des machines de renfort spéciales, de 9 à 10 tonnes de poids; puisqu'alors le poids des deux machines s'élevant à 14 tonnes, l'adhérence n'aurait plus à se développer, pour

la locomotion, que dans le rapport du *dix-huitième* du poids des machines.

Il est ainsi bien établi que la remonte des *plans inclinés à 2 centimètres* ne peut faire aucun obstacle à la locomotion des chemins en fer disposés comme nous venons de le dire, et il nous reste dès lors à examiner quelles sont les circonstances qui accompagneraient la descente de ces mêmes plans inclinés.

Dans ce sens, on a prétendu que les convois descendant acquerront, par l'impulsion de la pesanteur, une vitesse destructive de tous les transports, et incompatible surtout avec la sûreté des voyageurs. Cette objection serait exacte si nous faisions usage de rails ordinaires pour la descente des plans inclinés; mais nous y avons à l'avance répondu en proposant d'employer dans la voie en descente de ces plans, des *rainures creuses* ou ornières en fer au lieu de rails saillants, qui seront placés sur toutes les autres parties de chemin, et en ajoutant que nous garnirions le fond de ces ornières de plats-bords en bois, puis que nous y mettrions au besoin de la terre, du sable, ou toute autre substance susceptible de présenter de l'analogie avec les chaussées ordinaires.

Ce système de construction procurera en effet une garantie complète contre la précipitation des convois; *car l'on sait et l'on voit journellement qu'une pente de 2 centimètres sur une route ordinaire, ne suffit pas pour faire prendre un mouvement spontané aux voitures qui la parcourent.* Avec cette disposition, la locomotion des convois ne se ferait donc en descente qu'au moyen de l'effort exercé et entretenu par la machine; la suppression de cet effort suffirait dès-lors pour arrêter ou modérer le mouvement, de manière qu'il n'y aurait plus aucune précipitation à craindre.

Mais a-t-on dit encore, le vent ou la pluie pourront enlever la terre ou le sable dont on veut garnir les rainures; à cela nous répondrons qu'au lieu de terre ou de sable on pourrait employer d'autres sub-

stances, qui produiraient le même effet, comme *du béton* qui, prenant corps, ne serait pas susceptible d'être enlevé par le vent ni par l'eau. Nous disons en outre que, lors même que l'on emploierait de la terre, du sable ou d'autres matières de même nature, on aurait peu de chose à craindre du vent et de la pluie, puisqu'au moyen de *cantonniers* on pourrait assurer le remplacement immédiat des matières enlevées ; que d'ailleurs on ne voit pas comment le vent aurait tant de prise sur de la terre comprimée et tassée, comme le serait nécessairement celle que contiendraient les rainures et qui serait abritée par les parois élevées que nous proposons de leur donner.

Quant à l'action des eaux de pluies, comme il ne s'écoulerait dans chaque ornière que celle qui tomberait directement à sa surface, puisque les rainures seront placées en saillie sur le sol, et n'auront ainsi aucune communication avec les eaux qui s'écouleraient sur les parties avoisinantes de leur emplacement, il y aurait évidemment bien peu d'action à éprouver de leur part.

D'ailleurs, en mettant les choses au pis, si la terre, le sable, etc., étaient accidentellement enlevés des rainures, qu'en résulterait-il ? que les convois rouleraient sur les plats-bords en bois qui garnissent les rainures, et il s'agirait de savoir quelles seraient les circonstances qui accompagneraient alors cette locomotion. Or, nous allons démontrer dans le chapitre suivant que, dans ce cas lui-même, il ne pourrait exister aucune espèce d'inconvénients ni de dangers pour la locomotion des voyageurs à la descente du *plan incliné.*

Afin de parvenir à cette démonstration, nous nous servirons de l'équation du mouvement établie par les ingénieurs des Ponts-et-Chaussées eux-mêmes, pour apprécier les effets mécaniques de la locomotion sur les chemins en fer, en sorte que le point théorique ne pourra faire ici de difficulté.

Cette équation est :

$$e = \frac{u^2 - U^2}{2M},$$

dans laquelle on représente par U la vitesse acquise au commencement du mouvement que l'on considère, par u la vitesse à la fin du mouvement, et par e l'espace parcouru entre ces deux vitesses ; M étant égale à $\frac{9,33 X}{P \times p}$ lorsque (P+p) représente le poids du convoi et X la somme des actions tant positives que négatives, qui agissant à la jante des roues des chariots locomoteurs, pour modifier le mouvement des convois.

CHAPITRE V.

RÉSULTATS DE LA LOCOMOTION SUR UN PLAN INCLINÉ DRESSÉ A 2 CENTIMÈTRES POUR MÈTRE.

Ce qui importe le plus dans la locomotion du chemin en fer de Paris à Versailles, c'est le transport des voyageurs. C'est pourquoi nous allons, de préférence, examiner avec détails toutes les circonstances de cette locomotion.

1° *Remonte des plans inclinés.*

Nous avons déjà fait voir qu'il serait toujours possible, avec une machine locomotive et une machine de renfort semblables, de faire remonter le plan incliné dressé à 2 cent. par mètre, à chaque convoi de voyageurs, puisqu'il ne faudrait employer pour ces convois qu'une tension de 2 kil. 74 par centim. carré, dans les chaudières des deux machines.

La réunion de ces 2 machines présentera 24 chevaux de force, ce qui les rendra capables de transporter un

poids de 6576 kil. à 1 kilomètre de distance par heure. Le convoi pèsera avec elles 18 tonnes, et sa résistance sera aux roues des machines de 18,000×0,024=432 kil.

La vitesse de ces convois, en remontant le plan incliné, sera donc de $\frac{6576}{432} = 15$ kilom. par heure.

La résistance aux roues étant de 432 kilogr., et le poids des deux machines de 8000 kilogr., l'adhérence suffira toujours à la locomotion, puisqu'elle n'aura à se développer que pour *un vingtième* du poids des machines, ce qui est toujours possible.

La remonte des convois étant donc assurée, examinons le cas où ils devraient s'arrêter sur le plan incliné. Pour cela, il n'y aura qu'à supprimer l'action des machines : et l'on résistera à la continuation du mouvement, qui sera dû à la vitesse acquise, au moyen : 1° de l'action de la pesanteur et de la résistance du convoi : et 2° de la résistance du mécanisme des deux machines, transmise par les bielles des roues; la première de ces valeurs a été trouvée ci-dessus, égale à 432 kilog.; la seconde serait celle de la marche à blanc, qui, comme nous l'avons dit plus haut, emploie 0 kg. 25 de pression par centimètre carré de piston, ce qui donne 451 kilog. sur ces pistons.

En ramenant cette résistance aux roues, on la trouvera de $\frac{4,51 \times 0,80}{4,40} = 82$ kilog.; la résistance totale serait donc de 514 kilog., d'où : $X = -514$ kilog. et $M = -0,27$.

Pour avoir l'espace que parcourrait le convoi avant de s'arrêter, il faudra dans l'équation du mouvement faire $u = 0, U = 4$ mètres 16 centimètres (vitesse par seconde correspondante à 15 kilomètres à l'heure), et $M = -0,27$, ce qui donnera :

$$e = -\frac{-17,31}{-0,54} = 32 \text{ mètres.}$$

Ainsi, en suspendant l'action des machines, le convoi

s'arrêtera sur 32 mètres de distance, ou en 15 secondes environ de temps.

Le convoi une fois arrêté sera sollicité par l'action de la pesanteur qui tendra à le faire rétrograder avec une puissance de 18,000 × 002 = 360 kilog. Mais il sera retenu d'abord par la résistance propre qui sera de 18,000 × 0,004 = 72 kilog., et en outre par la résistance des machines que nous avons trouvée ci-dessus de 82 kilog., en tout : 154 kilog. La puissance qui tendra à faire rétrograder le convoi amené à l'état de repos sur le plan incliné, sera donc de 206 kilog. seulement ; puissance à laquelle il sera facile de résister, en entravant l'une des machines, puisqu'on ferait naître ainsi un frottement de premier ordre, dont l'expression serait de plus de 5000 kil. en le comptant au quinzième du poids de la machine seulement.

Le convoi partant de l'état de repos, il est facile de calculer combien de temps il mettra pour regagner sur le plan incliné sa vitesse ordinaire de 15 kilom. à l'heure, ou de 4 mètres 16 par seconde ; pour cela il faut remarquer que ce qui s'opposera au mouvement, ce sera la résistance propre du convoi, et sa pesanteur, ce que nous avons trouvé précédemment égal à 432 kilog. ; et que ce qui déterminera le mouvement, ce sera l'action utile que pourront transmettre moyennement, les pistons des machines, en agissant d'abord à la tension extrême de 4 kilog. 50 par centimètre carré (tension qui se formera naturellement pendant le repos du convoi), et en réduisant cette tension à l'état normal correspondant à la marche sur le plan incliné, celle de 2 kilog. 77 par centimètre carré.

Avec 4 kilog. 50 de tension totale, la tension utilisée est de	2 kilog.	74
Avec 2 kilog. 77 elle est de.	1	31
Total	4	0

Tension moyenne par centimètre carré, pendant la progression du mouvement. . . 2 kil. 02

L'action utilisée de la machine sur les pistons, sera donc moyennement de 2 kilog. 02 × 1808 = 3,652. Cette action transportée aux jantes des roues, sera de $\frac{3652 \times 0,80}{4,40} = 663$ kilog., on aura ainsi X = 663 kilog. — 432 kilog. = 231 kilog., d'où M = 0,067. Puisque l'on part du repos, l'on a encore U = 0, et il vient pour gagner la vitesse de 15 kilomètres ou de 4 mètres 16 par seconde :

$$e = \frac{17,31}{0,134} = 130 \text{ mètres.}$$

La vitesse moyenne de ce parcours serait de 7,500 mètres à l'heure, en sorte que c'est au bout d'une minute trois secondes que le convoi regagnerait sa vitesse uniforme ordinaire.

Les convois de voyageurs, devant marcher à raison de 32 kilomètres à l'heure sur les parties ordinaires du chemin de fer, aborderont le pied du plan incliné, avec cette vitesse; ce qui devra avoir une certaine influence sur la marche du convoi, en l'accélérant dans la partie inférieure de ce plan.

Dans ce cas, le convoi abordera le pied du plan incliné, en utilisant une pression de la vapeur que nous avons trouvée de 0 kilog. 59, par centimètre carré.

Sur le plan incliné, la résistance augmentant, la pression utilisée, augmentera aussi, et nous avons vu, en effet, que celle qui répond, à la vitesse uniforme de 15 kilom. à l'heure sur ce plan, serait de 1 kilog. 31 par centimètre carré.

D'après cela on déterminera l'espace sur lequel la vitesse acquise agira pendant la rencontre du plan incliné, en cherchant celui pendant lequel la vitesse des deux machines se réduiraient de 32 kilom. à l'heure, à 15 kilom.

aussi à l'heure, si ces machines agissaient sur le plan incliné avec un effort constant et moyen, entre l'action utilisée correspondante aux parties ordinaires du chemin, et celle qui est nécessaire pour la marche du convoi sur le plan incliné dans son état normal, c'est-à-dire avec une tension moyenne de 0 k., 95.

Or, sur le plan incliné, la résistance au mouvement est de 432 kilo., et la puissance des pistons sera avec la tension moyenne de $1808 \times 0{,}95 = 1717$; rapportant cette dernière puissance aux roues de la machine, on a $\frac{1717 \times 0{,}80}{4{,}40} = 312$, il vient donc $X = 312 - 432 = -120$, d'où $M = -0{,}035$; faisant en outre $U = 8{,}88$, $u = 4{,}16$, ce qui donne $u^2 - U^2 = -61.54$, il vient

$$e = \frac{-61.54}{-0.07} = 879.$$

Ainsi, c'est sur 879 mètres de longueur que les convois seront sollicités par la vitesse acquise, à partir du pied du plan incliné, en sorte que cette distance (qui est à peu près la longueur du souterrain du parc de Saint-Cloud) sera parcourue avec une vitesse moyenne de 23 kil. 1/2 à l'heure, c'est-à-dire en 2 minutes et 15 secondes de temps.

Il résulte de tous les calculs relatifs à la remonte des convois de voyageurs sur les plans inclinés dressés à 2 centimètres par mètre, savoir :

1° Que les convois étant animés d'une vitesse de 32 kil. à l'heure, sur les parties ordinaires du chemin de fer, parcourront les 880 premiers mètres de plan incliné avec une vitesse moyenne de 23 kil. 1/2 à l'heure et le surplus de ce plan avec une vitesse de 15 kilom. à l'heure seulement.

2° Que l'on pourra toujours arrêter les convois sur le plan incliné du chemin de fer, en supprimant l'action des machines, et en agissant ainsi sur 32 mètres de longueur, ou pendant 15 secondes de temps.

3° Que chaque convoi arrêté se maintiendra facilement sur le plan incliné, sans prendre de mouvement rétrograde.

4° Enfin, qu'après un temps d'arrêt sur le plan incliné, le convoi pourra reprendre sa marche avec l'action seulement de ses machines, et qu'il regagnera sa vitesse normale (celle de 15 kilom. à l'heure), en parcourant 130 mètres de distance, ou en une minute et deux secondes de temps.

2° *Descente des plans inclinés.*

Nous rappellerons d'abord que le système de construction que nous proposons pour la voie en descente des plans inclinés, se compose de *rainures creuses, garnies dans le fond de fourrures en bois et en partie remplies de terre, sable, beton, etc.*, matières sur lesquelles des voitures ne peuvent prendre un mouvement spontané sous une inclinaison de 2 centimètres par mètre, en sorte que, loin qu'il y ait à craindre une précipitation des convois en descendant la voie des plans inclinés ainsi disposée, il faudra sans doute, au contraire agir avec la machine locomotive pour entretenir le mouvement, tellement qu'en cessant cette action, on arrêtera nécessairement le convoi.

En admettant, comme nous allons le faire, que la garniture de terre, sable, etc., soit enlevé de la rainure, de manière que la locomotion s'opère à nu sur les fourrures en bois qui la garniront, nous examinerons donc une circonstance tout-à-fait accidentelle, et en même temps la plus désavantageuse possible pour notre système de construction.

Cela convenu, supposons un convoi de voyageurs lancé avec une vitesse de 8 lieues à l'heure sur la partie ordinaire du chemin en fer qui précède le plan incliné, et abordant ce plan pour le descendre avec cette même vitesse.

En marchant sur les fourrures en bois des rainures, le coefficient de la résistance s'accroîtra ; des expériences faites pour apprécier cet accroissement, ont

prouvé que la résistance entre une jante en fer dépolie comme le rebord des roues des wagons, et une surface rugueuse en bois tendre et humide comme celui qui sera dans les rainures, s'élève de 0,008 à 0,01, du poids des wagons. En ajoutant à cette valeur celle du frottement dans les collets des essieux, on trouve moyennement pour la résistance totale dans cette circonstance 0,012.

Le convoi n'aura qu'une machine dans ce sens, ce qui le réduira à 14 tonnes de poids, en sorte, que la résistance propre du convoi, au moyen du coefficient que nous venons de déterminer sera de 168 kilog.

D'un autre côté la machine résistera avec son mécanisme, à raison de la tension nécessaire à la marche à blanc, ou de 0, kilog. 25 par centimètre carré de la surface des pistons : ce qui produira aux roues de la machine une nouvelle résistance de 41 kilog. La résistance totale sera donc de 209 kilog. et comme la force accélératrice sera de son côté de 14,000 kilog. $\times$ 0,02 = 280 kilog. elle l'emportera sur la résistance de 71 kilog. De manière que ce sera à cette dernière puissance seulement, que sera due l'accélération de mouvement que prendrait alors le convoi livré à lui-même, en descendant le plan incliné.

Si le convoi était abandonné à l'action de cette force sur le plan incliné du projet (qui a 3,700 mètres de longueur), en l'abordant avec une vitesse de 8 lieues à l'heure, il arriverait au pied de ce plan incliné avec une vitesse qui n'excéderait pas 20 mètres par seconde.

En effet, en faisant $X = 71$ kilogrammes, on trouve $M = 0,0475$. Mettant cette valeur dans l'équation du mouvement, et posant, $e = 3,700$ mètres, $U = 8.88$, on trouve, $u = 20$ mètres, ce qui répond à une vitesse de 20 lieues à l'heure, qui est regardée comme admissible dans une circonstance accidentelle, pour les transports des voyageurs.

Du reste, ce calcul n'a pour objet que de faire voir qu'en supposant le cas le plus défavorable, celui de la

locomotion sur les fourrures des rainures, et en admettant la rupture des freins dès l'origine du mouvement, il n'y aurait pas encore danger réel, pour la circulation des voyageurs sur le plan incliné de notre chemin en fer.

D'ailleurs on pourra toujours, en admettant l'usage des freins, obtenir une vitesse uniforme sur le plan incliné ; car il suffira pour cela de produire avec ces freins une résistance de 71 kilog. à la face des roues, ce qui se fera avec un très faible effort, sans danger pour les freins eux-mêmes et sans inconvénient pour les roues des machines.

En construisant, en effet, les tampons des freins en bois, le frottement sur les jantes des roues sera égal aux 0,66 de la pression ; ainsi, pour exercer une résistance de 71 kilogr., il suffira d'une pression de 106 kilogr. Cette pression, exercée par les deux freins de la machine, serait de 53 kilogr., sur chacun d'eux ; et, au moyen de leviers au dixième, il suffira d'un effort de 5 kilogr., environ à chaque frein, pour obtenir l'effet qui sera nécessaire pour régulariser la marche du convoi.

L'adhérence des roues étant au moins égale à la moitié du poids de la voiture à laquelle les freins seront attachés, lorsqu'elle marchera sur les fourrures en bois des rainures, la pression de 106 kilogr. s'exercera sur ces roues sans les empêcher de tourner, et sans les déformer. Cette pression sera d'ailleurs évidemment trop faible aussi pour altérer la solidité des freins et occasioner leur rupture.

Il n'est pas inutile de remarquer que ce n'est que très accidentellement que l'on pourra avoir besoin de s'arrêter sur la longueur du plan incliné, tant à la remonte qu'à la descente. Néanmoins, voyons ce qu'il faudrait faire si l'on était placé dans cette nécessité.

Puisqu'il faut déjà créer une résistance avec les freins, pour s'opposer à l'accélération de la marche du convoi, il en faudra évidemment une plus forte encore pour arrêter le convoi tout-à-fait. On calculera cet excédant de résistance en le représentant par x et en

posant $X = -x$ d'où $M = -\frac{9,33.x}{14,000} = -0,000\ 66 \times x$ faisant en outre dans l'équation du mouvement $u = o$ et $U = 8,88$, il vient.

$$e = \frac{-78,85}{-0,00\,132 + x} = \frac{59,734}{x} \text{ d'où } x = \frac{59,734}{e}.$$

Ainsi, pour arrêter le convoi animé d'une vitesse de 8 lieues à l'heure sur 100 mètres de distance, il faudrait ajouter à l'effort continu des freins celui de 597 kilog. ; sur 200 mètres, celui de 298 kilog. ; sur 300 mètres, celui de 199 kilog. ; sur 400 mètres, celui de 149 kilog. ; sur 598 mètres, celui de 119 kilog., etc. ; enfin sur 1000 mètres, un effort de 60 kilog. seulement.

Il est évident d'après cela qu'en s'y prenant un peu à l'avance et en agissant sur un nombre plus ou moins grand de freins, afin que l'action de chacun d'eux soit assez faible pour ne compromettre ni leur solidité, ni la conservation des roues sur lesquelles ils agiront, il sera toujours facile d'arrêter les convois qui descendront la pente des plans inclinés avec une vitesse de 8 lieues ou 32 kilom. à l'heure.

Si l'on voulait modérer la vitesse à la descente du plan incliné on obtiendrait des résultats beaucoup plus favorables encore ; si l'on se bornait en effet, en descendant ce plan, à une vitesse de 16 kilom. à l'heure, il ne faudrait employer que le quart des efforts dont nous venons de parler pour arrêter les convois.

Les convois une fois arrêtés, pour les maintenir stationnaires sur le plan incliné il suffira de continuer l'action régulatrice des freins, celle de 71 kilog. (ce qui se fera toujours sans inconvénient), ou bien de mettre une entrave aux roues de la machine.

Enfin, pour remettre le convoi en marche, il suffira de l'abandonner à lui-même, en cessant l'action des freins ; et le mouvement se déterminera alors en vertu

de la force accélératrice de 71 kilog. Il sera facile de calculer quelle distance le convoi devra parcourir à partir du point de départ, pour regagner sa vitesse habituelle de 8 lieues à l'heure, ce qui indiquera au bout de quel temps il faudra rétablir l'action régulatrice des freins pour conserver l'uniformité de la marche du convoi. En faisant en effet $X = 71$, ce qui donne $M = 0,047$, puis $u = 8,88$ et $U = o$, on a :

$$e = \frac{78,85}{0,094} = 839 \text{ mètres.}$$

Et, comme la vitesse moyenne serait de 4 lieues ou de 16 kilom. à l'heure, cet espace se trouverait parcouru en 3 minutes et 8 secondes.

Il résulte de ces calculs qu'en descendant les plans inclinés dans les rainures supposées accidentellement vides de terre, de sable, de béton, etc., on pourra 1° conserver aux convois de voyageurs la vitesse uniforme de 8 lieues à l'heure avec laquelle ils aborderont ce plan incliné, en exerçant avec les freins une résistance très minime de 71 kilog., qui ne compromettra dans aucun cas ni la solidité des freins ni la conservation des roues; et qu'en cas de rupture des freins, l'accélération de vitesse occasionée par la descente du plan incliné tout entier n'excéderait pas encore les limites de la rapidité avec laquelle on peut sans danger parcourir accidentellement quelques parties des chemins en fer.

2° Que l'on pourra arrêter tout-à-fait le convoi en ajoutant à la première action des freins un nouvel effort qui sera d'autant plus faible, que l'on s'y prendra plus à l'avance et que la vitesse primitive du convoi sera moins rapide, en sorte qu'il sera toujours possible de renfermer aussi ce premier effort dans des limites qui ne puissent altérer la solidité des freins.

3° Que le convoi une fois arrêté sera facilement maintenu stationnaire sur le plan incliné.

4° Enfin que, pour lui rendre son mouvement, il suffira de l'abondonner à lui-même et à l'action de la force accélératrice due à l'excès de sa pesanteur qui lui restituera sa vitesse habituelle de 8 lieues à l'heure, après un parcours de 839 mètres, ou après 3 minutes et 8 secondes de temps. Alors il faudra exercer de nouveau l'action régulatrice des freins pour conserver aux convois une marche uniforme.

Il n'y a certainement rien, parmi les circonstances qui accompagneront soit la remonte soit la descente du plan incliné par les voyageurs qui puisse faire craindre l'ombre d'un danger avec le système de locomotion que nous venons d'examiner; il n'y a rien par conséquent qui puisse autoriser à repousser ce système de transport pour les voyageurs, surtout si l'on envisage, comme nous en avons fait la remarque expresse, que ces résultats, tout rassurants qu'ils sont pour la descente, ne se présenteront cependant que très accidentellement, la circonstance à laquelle ils appartiennent, devant presque toujours être remplacée par une autre avec laquelle on ne peut avoir aucune crainte, puisqu'elle aura une analogie complète avec celle de la locomotion qui s'opère journellement sur les routes ordinaires.

Le transport des voyageurs étant le seul important sur le chemin en fer qui nous occupe, nous nous bornerons à rapporter, pour les marchandises, le résultat des calculs analogues à ceux que nous venons de détailler, qui ont été faits pour la locomotion des convois de cette nature.

Il est résulté de cet examen : 1° qu'un convoi de marchandises, abordant avec une vitesse de 4 lieues à l'heure un plan incliné dressé à 2 centimètres par mètre, pour remonter ce plan incliné parcourra d'abord un espace de 113 mètres dans les 34 premières secondes, avec une vitesse moyenne de 3 lieues à l'heure; puis continuera sa route avec la vitesse normale et régulière de 2 lieues à l'heure, sur toute la longueur du plan incliné.

2° Que le convoi s'arrêtera sur ce plan, si l'on fait cesser l'action de la machine, en parcourant un espace de 8 mèt. 50 en 7 secondes de temps.

3° Qu'étant arrêté sur le plan incliné, il suffira d'entraver les machines pour le maintenir stationnaire.

4° Que, remis en marche au moyen de ces machines, il regagnera la vitesse normale de 8 kilomètres à l'heure, en parcourant 265 mètres sur le plan incliné en 4 secondes de temps.

5° Qu'à la descente du plan incliné on pourra conserver aux convois de marchandises, une vitesse de 4 lieues à l'heure, et régulariser cette vitesse en exerçant avec les freins une résistance de 183 kilog. seulement, qu'il suffira d'augmenter, plus ou moins, pour arrêter le convoi, suivant l'espace qu'on voudra lui laisser parcourir. Le convoi arrêté restera stationnaire sur le plan incliné, soit en entravant les roues, soit en prolongeant l'effort régulateur des freins.

6° Enfin, qu'il suffira de suspendre cet effort pour que le convoi se remette en mouvement de lui-même et regagne sa vitesse de 4 lieues à l'heure, ce qu'il fera en parcourant 161 mètres en 1 minute 12 secondes de temps.

Ces résultats, non moins convenables à la locomotion que ceux qui ont été obtenus pour le transport des voyageurs, établissent de la manière la plus évidente que, soit à la *remonte*, soit à la *descente*, le *plan incliné* du chemin en fer de Paris à Versailles, que nous proposons d'exécuter, ne présentera aucun obctacle ni aucun danger à la circulation des voyageurs et des marchandises.

CHAPITRE VI.

COMPARAISON DES DEUX CHEMINS EN FER DE PARIS A VERSAILLES, PASSANT, L'UN PAR ASNIÈRES ET VILLE-D'AVRAY (M. DEFONTAINES), L'AUTRE PAR CHAILLOT, SÈVRES, SAINT-CLOUD (MM. SURVILLE ET GUILLAUME), SOUS LE RAPPORT DES FRAIS DE TRACTION NÉCESSAIRE A CHACUN DE CES DEUX PROJETS.

En donnant une description complète des dispositions de notre chemin en fer, dans les premiers chapitres de ce Mémoire, nous avons fait connaître les avantages de notre tracé sur celui du projet de M. Defontaines, auquel l'Administration des Ponts-et-Chaussées a donné, jusqu'à présent, la préférence, pour la direction de Paris à Versailles.

Nous venons en outre de prouver qu'avec un système de locomotion exécuté par le moyen de machines de renfort, le transport des marchandises, aussi bien que celui des voyageurs, n'éprouvera aucun obstacle, et se fera sans aucun danger sur le plan incliné du chemin que nous avons projeté, soit à la remonte, soit à la descente de ce plan incliné.

Nous allons maintenant justifier, sous tous les rapports possibles, la préférence que nous réclamons pour notre projet, en prouvant que celui de M. Defontaines, que l'on considère comme le meilleur de tous ceux qui ont été présentés, ne saurait supporter la comparaison avec le nôtre, sous le rapport des frais d'exploitation.

M. Defontaines a estimé les frais de construction de son projet, depuis Versailles jusqu'à Asnières, sur 20,000 mètres de longueur, à la somme de 5 millions de francs. En sorte qu'avec cette dépense et au moyen de la partie de chemin en fer de Paris à Saint-Germain, qui s'étendra depuis Asnières jusqu'à Paris, la ligne

de Paris à Versailles sera ouverte sur 24,000 mètres environ de longueur totale.

Quant à notre projet, nous l'avons estimé également à 5 millions de francs, depuis Versailles jusqu'à Paris, quoiqu'il ne présente que 16,600 mètres de longueur totale. Notre estimation est donc relativement plus forte que celle de M. Defontaines, ce qui la met à l'abri de tout reproche.

Les dépenses générales étant ainsi à peu près équivalentes de part et d'autre, pour classer ces deux lignes sous le point de vue des frais d'exploitation qu'elles occasioneront, il faut principalement les comparer sous le rapport des frais de traction que feront naître les transports de voyageurs et de marchandises sur chacune de leurs directions.

Pour cela nous admettrons que le service sera fait sur les deux voies, par des moteurs semblables, que nous avons démontré être les plus convenables à la circulation de ces chemins; et comme les vitesses de 32 kilom. à l'heure pour les voyageurs, et de 16 kilom. à l'heure pour les marchandises, sont nécessaires à conserver sur le chemin en fer de Paris à Versailles, et ne peuvent être dépassées sans danger, l'on appliquera ces vitesses aux deux chemins, sur tout leur développement, (sauf à la remonte du plan incliné de notre projet, qui ne se fera qu'avec des vitesses de 15 kilom. et de 8 kilom. à l'heure pour les voyageurs et les marchandises).

Si l'on calcule d'après cela le temps qui sera nécessaire sur chaque projet, pour l'allée et le retour, on trouvera :

	Voyageurs.	Marchandises.
1° Sur celui de M. Defontaines, à raison de 24,000 mètres dans chaque sens, en tout 48,000 mètres	1 h. 30 m.	3 h. 22 m.

2° Sur celui que nous lui comparons, pour la partie

ordinaire de 29,500 mètres. allée et retour, compris descente du plan incliné . . .	0	55	1	56
Puis pour la remonte du plan incliné de 3,700 mètres sans faire la déduction de l'effet de la vitesse acquise	0	15	0	28
Totaux	1 h.	10 m.	2 h.	18 m.

En sorte que notre chemin en fer présentera d'abord sur celui de M. Defontaines, relativement au temps nécessaire pour aller et venir de Paris à Versailles et de Versailles à Paris, un avantage d'un quart d'heure au moins (20 minutes) pour les voyageurs, et de plus d'une demi-heure (42 minutes) pour les marchandises.

Le coefficient de la résistance sur une pente de 3 millimètres par mètres, étant de 0,009; et la puissance des machines étant représentée par 100 kil. avec la vitesse de 32 kil., et par 200 kil. pour celle de 16 kil.; les convois se composeront, sur le chemin en fer de M. Defontaines, pour marcher avec ces vitesses, savoir: pour les voyageurs de: $\frac{100}{0,009} = 11$ tonnes, et pour les marchandises de $\frac{200}{0,009} = 22$ tonnes, la machine pesant 4 tonnes, et le chariot d'approvisionnement 2 tonnes 1/2 (en raison de la longueur du chemin de 24 kil.); le poids utile transporté, sera, pour les convois de voyageurs; de 3 tonnes ou de 42 personnes, à raison de 14 personnes par tonnes, et pour les marchandises de 10 tonnes.

Tandis que sur notre chemin de Paris à Versailles, ces convois seront, comme nous l'avons dit, de 14 tonnes, qui se réduisent à 75 personnes pour les voyageurs, et de 28 tonnes qui se réduisent à 14 tonnes, de poids utile pour les marchandises.

On ne pourrait rendre les convois équivalents sur ces deux chemins en augmentant ceux du chemin de

M. Defontaines ; qu'autant que l'on diminuerait de beaucoup la vitesse des transports dans la rampe dressée à 5 millimètres par mètre, qui s'étend sur plus des trois quarts de la longueur de ce dernier chemin.

Et, en effet, pour élever les convois des voyageurs à 14 tonnes, la résistance deviendrait, sur la pente, de 5 millimètres 14,000 $\times$ 0,009 $=$ 126 kilom., et l'on aurait, pour la vitesse, $\frac{3,250}{1,26}$ $=$ kil. 26, à l'heure; ce qui retarderait encore la marche du convoi de plus de 8 minutes, et ce qui donnerait une demi-heure davantage à notre projet.

Si l'on voulait que les poids et les vitesses fussent égaux sur les deux chemins en fer, il faudrait que les machines de celui de M. Defontaines agissent avec 15 chevaux de force au lieu de 12. Ce qui augmenterait évidemment la dépense en conservant toujours 20 minutes d'avantage à notre projet.

Enfin, si en ayant le même tonnage sur les deux chemins ; on voulait encore que le trajet se fît dans le même temps par ces deux lignes ; il faudrait d'abord faire marcher les voyageurs sur ce chemin, à raison de 45,50 kil. ou 11 lieues 1/2 à l'heure, tout en employant des machines de la force d'au moins 21 chevaux, ou de deux tiers en sus de celle qui suffirait pour obtenir le même service sur le chemin en fer que nous projetons.

Ces différents systèmes de locomotion ne sauraient donc, en aucun cas, donner une supériorité au projet de M. Defontaines, relativement aux frais de traction ; d'où il faut conclure que les résultats que l'on obtiendra de la comparaison de ces deux lignes, en y appliquant les mêmes machines et les convois qui s'y rapportent, seront les plus avantageux que pourra présenter le projet de M. Defontaines.

Telle est la marche que nous avons observée dans les appréciations suivantes des frais de traction rela-

tifs aux deux projets de chemin en fer de Paris à Versailles.

1° *Projet de M. Defontaines.*

Le projet de M. Defontaines présenterait à parcourir, en allant de Paris à Versailles, et revenant de Versailles à Paris, savoir :

1° En rampes de 5 millimètres par mètre à monter	17,000 m.
2° En pentes et contre-pentes ordinaires, comptées moyennement comme paliers horizontaux	14,000
3° En pentes de 5 millimètres par mètre à descendre	17,000
Total pour aller et retour . . .	48,000 m.

On a calculé, d'après le poids des convois, la tension utile sur ces différentes parties, et l'on en a décrit la tension totale, nécessaire à la locomotion; ensuite on a calculé le volume absolu de vapeur nécessaire, d'après les dimensions des cylindres, pour le parcours d'un kilomètre de distance. L'on a pu apprécier ainsi, d'après les différentes tensions de la vapeur, le poids de celle qui serait employée pour le parcours d'un kilomètre de distance sur chacune des pentes différentes du chemin en fer. Enfin, l'on a déterminé, d'après le poids employé de vapeur, la puissance mécanique développée sur chaque kilomètre de longueur de ces différentes pentes, ce qui a conduit à apprécier la somme des DYNAMIES qui seraient consommées par chaque nature de convoi, pour le transport total de Paris à Versailles, aller et retour réunis.

On est parvenu ainsi à reconnaître : 1° que la puis-

sance mécanique, employée pour chaque convoi de voyageurs sur le chemin de M. Defontaines, serait de 13,307 dynamies, et 2° que celle nécessaire pour les convois de marchandises serait de 16,581 dynamies.

D'où l'on a conclu : que, les convois de voyageurs se composant de 42 personnes sur le chemin en fer de M. Defontaines, la puissance mécanique nécessaire pour le transport d'un seul voyageur, aller et retour compris, sera, sur ce projet, de 412 dynamies.

Et que, les convois de marchandises se composant de 10 tonnes, la puissance mécanique nécessaire pour le transport d'un tonneau de marchandises sur le même chemin, aller et retour compris, sera de 1692 dynamies.

2° *Projet de MM. Surville et Guillaume.*

En suivant le même mode de calcul on trouve que ce projet présentera à parcourir, en allant de Paris à Versailles, et revenant de Versailles à Paris, savoir :

1° En rampes de 2 centimètres par mètre à monter	3,726 m.
2° En rampes de 3 millimètres par mètre à monter	9,382
3° En pentes et contre-pentes comptées moyennement pour paliers	7,036
4° En pentes de 3 millimètres par mètre à descendre	9,382
5° En pentes de 2 centimètres par mètre à descendre	3,726
Total pour aller et retour	33,352

En se livrant à un calcul analogue à celui que nous venons de détailler ci-dessus pour le projet de M. Defontaines, on parvient aux résultats suivants, savoir :

4

1° Que la puissance mécanique qui sera employée à chaque convoi de voyageurs, pour aller et retour entre Versailles et Paris, sera de 12,133 dynamies.

2° Et que celle qui sera employée au même trajet, pour chaque convoi de marchandises, sera de 15,004 dynamies.

D'où l'on conclut que les convois de voyageurs se composant, sur le projet de MM. Surville et Guillaume de 75 personnes, la puissance mécanique pour le transport d'un seul voyageur, aller et retour compris, sera, sur ce chemin en fer, de 162 dynamies;

Et que, les convois des marchandises se composant de 14 tonnes, la puissance mécanique nécessaire pour le transport d'un tonneau de marchandise sur le même chemin et pour le même trajet sera de 1,072 dynamies.

Comparant ces résultats à ceux qui ont été obtenus pour M. Defontaines, et remarquant que les dépenses de traction sont proportionnelles sur chaque chemin à la force employée pour le transport d'un même poids utile, on trouve :

1° Qu'indépendamment du bénéfice de 20 minutes que procurera le chemin en fer de MM. Surville et Guillaume sur celui de M. Defontaines, dans le temps nécessaire pour l'aller et le retour d'un voyageur, ce premier chemin offrira encore une économie de près des 3/5mes ou de 60 p. 100 sur les dépenses de traction que nécessitera le parcours du chemin de M. Defontaines;

2° Et que relativement aux marchandises, outre l'avantage de 42 minutes sur le temps de leur transport, ce nouveau projet économisera presque un tiers ou 33 p. 100 des frais de traction qu'il faudrait faire sur le chemin de M. Defontaines.

Avantages immenses qui établissent d'une manière irrévocable la supériorité du projet de MM. Surville et Guillaume, ce qui nous restait à démontrer.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION.

Dans ce qui précède, nous avons examiné avec tous les détails nécessaires la question du chemin en fer de Paris à Versailles, et nous avons signalé les avantages incontestables qui résulteraient du nouveau tracé.

Ces avantages, qui, nous l'espérons, mériteront à notre projet l'approbation du public aussi bien que celle des hommes de l'art, sont dus particulièrement au système de construction et de locomotion que nous proposons d'employer sur ce chemin en fer.

Ce système consiste dans l'emploi de plans inclinés dressés à 2 centimètres par mètre, et dans l'usage de machines de renfort qui se joindront aux machines locomotives.

Un système de locomotion analogue à celui-ci, est employé, comme nous l'avons dit, sur le chemin de Manchester pour faire franchir les plans de Whiston et de Sutton, en sorte que, s'il y a innovation dans notre proposition, elle existe seulement dans la rapidité de l'inclinaison du plan que nous proposons d'employer.

L'avantage de pouvoir faire usage d'une semblable inclinaison dans la construction des chemins en fer, sans qu'il soit utile de recourir à des machines fixes est trop évident pour qu'il soit besoin de le développer ici; aussi ne nous sommes-nous occupés qu'à justifier la possibilité de l'usage de ces plans inclinés.

Nous avons démontré à cet effet qu'avec des machines locomotives ordinaires de la force de 12 chevaux de feu, assistées de machines de renfort semblables, il sera toujours possible de faire remonter des plans inclinés dressés à 2 centimètres par mètre, et des convois composés de 70 à 75 personnes ou chargés de 14 tonnes de marchandises effectives, sans qu'il soit nécessaire de pousser la vapeur au-delà de 4 atmosphères 1/2 de pression, tension minimum pour laquelle

les chaudières des machines sont construites, et que l'on ne peut dépasser sans danger.

Cette vérité essentielle étant établie, *le problème de la remonte des plans inclinés* n'avait plus de difficulté, et il ne nous restait qu'à examiner les circonstances qui pourraient accompagner la descente sous cette même inclinaison.

Dans la marche des convois sur les chemins en fer, ils sont sollicités à la descente par une force accélératrice qui croît avec la rapidité de la pente, et qui agit de manière à ce qu'il en résulterait promptement une vitesse dangereuse, si l'on ne parvenait pas à régulariser le mouvement.

Cette régularité s'obtient au moyen d'efforts soutenus, exercé par des freins sur les roues des machines, ce qui fait dépendre la sûreté des convois de la conservation de ces freins, et ce qui fait une loi de n'employer que des pentes avec lesquelles l'effort à faire soit assez modéré pour qu'il ne compromette dans aucun cas leur solidité.

Le calcul montre que cette condition indispensable ne serait qu'imparfaitement remplie avec *une pente de 2 centimètres par mètre, sur des rails ordinaires*; et ce résultat nous a imposé l'obligation de modifier la construction des chemins en fer dans les voies en descente des plans inclinés dressés à 2 centimètrespar mètre, afin de rendre leur emploi praticable.

A cet effet, au lieu de rails saillants, ce sont des *rails creux* que nous proposons d'employer pour la voie en descente des plans inclinés; nous garnissons le fond de ces rails par des solives en bois, et nous y plaçons en outre de *la terre*, *du sable*, ou *du béton*, pour ramener la surface, sur laquelle les roues des machines et des wagons porteront, à présenter la consistance des routes ordinaires.

Avec ce système de construction, lès chariots sront maintenus dans la voie du chemin par les rebords des rails creux dans lesquels leurs roues seront engagées, et ils marcheront sur une voie, qui par son analogie

avec les routes ordinaires, s'opposera à toute précipitation des convois, puisqu'une pente de 2 centimètres par mètre ne suffit pas sur ces routes pour déterminer le mouvement spontané des voitures.

Ainsi ; à la *descente des plans inclinés*, aussi bien qu'à la remonte, les convois seront placés à l'abri de tout accident, et cela indépendamment de toute action des freins.

Au reste, il est évident que, quoique ce système de construction ne soit présenté ici que comme une disposition commandée pour ainsi dire par les circonstances du tracé particulier auquel nous en faisons l'application, il n'en est pas moins de nature à être employé avec avantage dans beaucoup d'autres circonstances.

Presque toujours, en effet, on aura la facilité, avec ce système de construction, de diminuer la longueur des tracés et de réduire les grandes dépenses de construction des projets de chemins en fer, ce qui rendra souvent accessibles à la spéculation, *sans subvention du gouvernement*, des lignes utiles, qui ne pourraient s'exécuter avec les méthodes ordinaires qu'au moyen de sacrifices considérables de la part du trésor public.

Une autre utilité bien réelle de ce nouveau système, sera de permettre aux ingénieurs de renfermer les pentes ordinaires des chemins en fer de la France dans les limites étroites où l'expérience indique que l'on doit les maintenir, sous peine de ne former que des projets imparfaits.

Pour éviter cet inconvénient, l'on a reconnu en Angleterre qu'il fallait que les pentes ordinaires des chemins en fer n'excédassent pas 3 *millimètres par mètre*, et qu'au-delà de cette limite l'économie des transports et la sûreté des voyageurs étaient compromis.

Et cependant, dans le plus grand nombre des projets qui ont été soumis aux enquêtes publiques en France, même dans ceux établis aux frais de l'Administration,

il existe des pentes de 5, 6, 7 et 8 *millimètres par mètre*, semblables à celles dont on a fait usage dans les premiers essais des chemins en fer ; pentes que les Anglais, nos précurseurs en industrie, proscrivent surtout rigoureusement des grandes lignes de circulation, en consentant pour cela aux plus grands sacrifices.

Si nous nous sommes laissé devancer dans la construction des chemins en fer en France, profitons au moins des bénéfices de l'expérience acquise, en parcourant la carrière ouverte à cette industrie, à partir du point où elle est parvenue, et en évitant les imperfections et les tâtonnements qui accompagnent toujours le commencement des inventions nouvelles. Employer aujourd'hui des pentes de 8, de 7 et même de 5 *millimètres par mètre*, dans les parties ordinaires des chemins en fer, ce serait remonter à l'enfance de l'art et méconnaître l'état actuel de la science et de ses progrès.

Aussi le Conseil général des Ponts-et-Chaussés repousse-t-il, comme nous l'avons dit précédemment, toute pente qui excèdent 5 *millimètres par mètre*, et il est à propos d'observer, que s'il permet d'employer cette dernière, c'est seulement comme limite, et en vertu d'une décision prise à une époque où les perfectionnements de chemins en fer n'étaient pas encore assez avancés pour exclure rigoureusement l'usage de cette dernière pente.

Peut-être aussi l'a-t-il admise parce que le sol accidenté de la France s'oppose souvent à ce que l'on puisse y parcourir de grandes distances avec les inclinaisons que comporte seulement aujourd'hui l'exécution perfectionnée des chemins en fer.

Quoi qu'il en soit, nous regardons l'emploi de cette pente comme *un inconvénient très grave pour les chemins à grande vitesse de la France*, et nous pensons qu'au lieu d'employer ces pentes sur de grandes étendues, il serait préférable de chercher à surmonter les difficultés locales par des moyens particuliers, qui,

n'attaquant que des parties très limitées des chemins en fer, laisseraient au surplus de ces chemins tous les avantages que l'on doit en attendre.

Les plans inclinés avec machines fixes sont les moyens ordinairement enployés à cet effet ; mais cette disposition est d'un usage dangereux, et à ce titre elle est avec justice repoussée des chemins en fer particulièrement employés au transport des voyageurs.

Cette expulsion ramenait donc le problème que nous nous sommes proposé à ce point, de trouver un moyen exempt de dangers, pour faire surmonter à un chemin en fer les accidents du sol, qui forceraient à s'écarter des règles séveres qui doivent présider au choix des pentes de ces voies de communication.

C'est cette question que nous avons examiné, et qui nous a conduit à proposer l'emploi des *plans inclinés dressés à 2 millimètres par mètre.*

Les développements dans lesquels nous sommes entrés dans le courant de ce mémoire justifient suffisamment cette assertion, et prouvent en outre, comme nous l'avons dit plus haut, qu'en beaucoup de circonstances ce système de construction, indépendamment de son objet principal, pourra encore donner lieu à des avantages secondaires qui recommanderont d'autant son usage.

Toutes ces considérations ont fixé l'attention d'un grand nombre de personnes occupant les plus hautes positions sociales, qui comme nous ont vu dans le tracé de ce projet (réunissant primitivement Poissy à Versailles) des avantages incontestables pour les localités qu'il traverse, et dans son nouveau système de construction, un moyen simple et économique de résoudre les principales difficultés qui s'opposent en France à l'exécution perfectionnée des chemins en fer. C'est particulièrement sous ce point de vue que la question des chemins en fer de Paris à Versailles, dont il s'agit ici, leur a paru une question d'utilité générale, et c'est ce qui les a engagés à joindre leur influence à nos démarches pour réclamer de l'Administration des Ponts-et-Chaus-

sées, un jugement motivé sur ce projet, qui depuis longtemps est soumis au Conseil, et sur lequel nous attendons une décision que son importance devait peut-être rendre plus prompte.

APPENDICE

Du chemin en fer de Paris à Versailles considéré d'après les dispositions de la loi de concession qui a été rendue, pour cette entreprise, dans l'assemblée legislative de 1835-1836.

Lorsque nous rédigeâmes le mémoire qui précède, nous n'avons eu pour objet que de comparer le nouveau projet, que nous présentons, avec celui auquel l'administration avait accordé la préférence, parce qu'il ne s'agissait alors que d'établir un seul chemin en fer entre Paris et Versailles; mais aujourd'hui que les chambres législatives ont admis et même ordonné la construction simultanée de deux chemins en fer entre ces deux villes, il convient d'ajouter quelques mots à l'appui de notre projet, relativement aux convenances qu'il se trouve avoir avec les dispositions de la nouvelle loi de concession.

D'après cette loi, le gouvernement est autorisé à procéder séparément, par la voie de la publicité et de la concurrence, et le même jour, à la concession de deux chemins en fer de Paris à Versailles, partant, l'un de la rive droite, et l'autre de la rive gauche de la Seine, en déterminant l'adjudication d'après le plus fort rabais qui sera apporté aux montant maximum de 1 fr. 80 par tête, qui est fixé par la loi comme mise à prix pour le transport complet des voyageurs de Versailles à Paris.

Pour juger de ce qui pourra résulter de l'adjudication simultanée de ces deux chemins en fer, qui doivent

réunir Versailles et Paris, nous allons d'abord établir des chiffres probables sur les lignes qui se présenteront en concurrence parmi les projets connus.

Celles qui paraissent jusqu'à présent avoir le plus de chances pour servir de base à l'adjudication sont, savoir :

Pour la rive droite, celle de M. Defontaines, qui est estimée 5,000,000 fr., et qui, comme nous l'avons dit plus haut, présentera un parcours de 24,000 mètres depuis Versailles jusqu'à Paris, dont 4,000 mètres (ou 1/6 du tout) situés entre Paris et Asnières, feront partie du chemin en fer de Saint-Germain.

Pour la rive gauche, celle de M. Corréard, qui doit partir à Paris de la Croix-Rouge, passer à la barrière du Maine, à Vanvres, à Meudon, et aboutir sur la place d'Armes à Versailles par l'avenue de Paris, en parcourant une longueur de 18,000 mètres, dressée selon une pente uniforme de quatre millimètres par mètre. Cette ligne coûtera, d'après les estimations de son auteur, 6,000,000 pour ses frais de construction.

En acceptant tous ces chiffres, et en admettant le maximum de la mise à prix de l'adjudication, on trouvera, par des calculs analogues à ceux que nous avons établis précédemment, que, si l'un ou l'autre de ces chemins existait seul sur la direction de Versailles à Paris, il fournirait les résultats suivants, savoir :

1° Pour le projet de M. Defontaines (en réduisant d'un sixième ou de 0,50 le prix total des transports, pour tenir compte de la partie commune avec le chemin de Saint-Germain) :

Produits bruts.	1,436,700 fr.
Frais d'exploitation	1,050,000
Bénéfices et intérêts.	386,700

Ou environ 7 fr. 73 p. 100 du capital d'exécution.

2° Pour le projet de M. Corréard :

Produits bruts.	1,742,700 fr.
Frais d'exploitation	939,000
Bénéfices et intérêts.	803,700

Ou environ 13-39 p. 100 du capital de la construction.

Mais, si l'on suppose que ces deux entreprises existent ensemble, et que par l'effet de leur concurrence réciproque, les transports se partagent également entre elles, on aura (en admettant toujours le *maximum* de la mise à prix de l'adjudication), savoir :

Pour le projet de M. Defontaines :

Produits bruts	718,350 fr.
Frais d'exploitation	620,000
Bénéfices et intérêts	98,000

Ou environ 1 fr. 96 c. seulement pour 100 du capital de construction.

Et pour le projet de M. Corréard :

Produits bruts.	871,350 fr.
Frais d'exploitation	370,800
Bénéfices et intérêts.	301,350

Ou environ 5 p. 100 du capital de la construction.

Ces résultats, qui sont des *maxima*, prouvent que, des deux entreprises proposées, celle de la rive gauche sera toujours de beaucoup plus avantageuse que sa rivale, et que cependant leur concurrence mutuelle pourra les rendre toutes deux fort peu productives.

D'après cela, n'est-il pas à craindre d'abord que cette concurrence n'éloigne les adjudicataires de l'un et de l'autre projet à la fois, ce qui ajournerait au moins l'exécution de ces chemins en fer, et priverait

peut être indéfiniment le public de ces voies de communication si désirées.

Et s'il n'en était pas tout-à-fait ainsi, n'est-il pas au moins très probable qu'il ne se présentera d'adjudicataire que pour l'une des deux directions, et qu'alors le quartier de Paris qui répondra à la ligne délaissée sera privé, contrairement au vœu de la loi, des avantages que l'on compte obtenir de l'origine du chemin en fer?

Il est évident en effet que la compagnie qui se chargerait de la construction du chemin en fer de la rive droite, concurremment avec celle de la rive gauche, courrait à une perte certaine : en sorte que, par la situation même des choses, non-seulement il n'est pas probable que la loi recevra son exécution, mais il n'est même pas désirable qu'elle s'accomplisse, puisqu'il en résulterait nécessairement la ruine de l'une des compagnies concessionnaires. D'un autre côté, il ne serait même pas possible qu'une seule compagnie se chargeât des deux entreprises à la fois; car, quoiqu'elle n'eût plus alors de concurrence de prix à redouter, elle n'aurait encore que trop peu de bénéfices à espérer, même avec le maximum du tarif, pour entreprendre cette affaire.

On aurait en effet dans cette hypothèse, et en supposant les transports partagés également entre les deux direction :

Pour produits bruts	1,589,700 fr.	«« c.
Pour frais d'exploitation . . .	1,140,000	««
Et pour bénéfices et intérêts . .	449,700	««

C'est-à-dire seulement 4 p. 100 du capital d'exécution, ce qui est évidemment trop faible pour une entreprise industrielle assujettie à autant d'éventualités que le sont les chemins en fer.

Ainsi donc, avec les projets que nous venons d'examiner, l'exécution simultanée des deux chemins en

fer est impossible, le vœu de la loi ne peut être rempli, et les intérêts de l'un des quartiers de Paris devront être nécessairement sacrifiés à cette impossibilité. Avec notre tracé, au contraire, toutes ces difficultés peuvent disparaître, parce que, arrivé dans la plaine de Boulogne, il peut avec autant de facilité être prolongé jusqu'à Paris par la rive gauche que par la rive droite de la Seine, et parvenir ainsi dans la première direction jusqu'à la Croix-rouge, comme la ligne de M. Corréard, et dans la seconde soit jusqu'au pont d'Antin, comme l'indique notre projet primitif, soit jusqu'à la galerie des Batignolles, sur le chemin en fer de Saint-Germain, comme le projet de M. Defontaines.

En terminant notre tracé par ces deux directions à la fois, on satisferait donc aux justes exigences des diverses localités de Paris, et à tous les intérêts engagés dans cette affaire. De cette manière, la direction de notre ligne, qui répondrait à la rive droite de la Seine et aboutirait à l'embarcadère du chemin de Saint Germain, aurait 19 kilomètres de longueur, au lieu de 24 que présente le tracé de M. Defontaines; et celle qui aboutirait à la Croix-Rouge, dans le faubourg Saint-Germain, aurait 17 kilomètres de développement au lieu des 18,000 mètres de longueur du chemin de M. Corréard. Sous ce rapport, notre projet aurait donc plus d'avantages qu'aucun de ceux auxquels nous proposons de le substituer

Enfin, en considérant l'entreprise dans son ensemble, notre ligne ne représenterait que 26 kilomètres de longueur totale, au lieu de 42 kilomètres, qui est la longueur réunie des deux chemins qu'elle remplacerait; en sorte qu'elle serait construite proportionnellement à l'estimation de ces deux chemins, pour une somme de 6 à 7 millions seulement, au lieu du capital de 11 millions que forme le total des estimations de MM Corréard et Defontaines.

Ces diverses circonstances rendraient, alors l'entreprise suffisamment avantageuse, pour qu'une com-

pagnie puisse se charger de l'exécuter en totalité, car en calculant ses résultats probables, comme nous les avons appréciés précédemment sur les deux autres projets, on obtient :

Pour produits bruts (les transports étant supposés se partager également entre les deux directions), ...	1,706 700
Pour dépenses d'exploitation	1,016 000
Ce qui donne pour bénéfice et intérêts	687 700

Ou environ 10 p. 100 du capital de construction.

Résultat qui, sans être trop exagéré, est cependant encore assez large pour donner une latitude convenable au rabais de l'adjudication.

En résumé ; nous avions fait voir dans les premiers chapitres de ce Mémoire 1° que le tracé que nous proposons de suivre pour le chemin en fer de Paris à Versailles est parfaitement approprié aux besoins des localités qu'il doit traverser ; 2° qu'au moyen du système de construction et de locomotion que nous avons appliqué aux pentes qui y sont employées, ces pentes ne peuvent occasioner ni embarras ni danger dans le parcours du chemin ; 3° enfin, qu'au lieu de dificultés il résulterait, au contraire, de très grands avantages de l'adoption de ces dispositions nouvelles, tant pour la rapidité que pour l'économie des transports. En sorte que sous ces principaux rapports le projet en lui-même se trouvait déjà satisfaire mieux que tout autre aux conditions ordinaires que doit remplir une semblable entreprise.

Aujourd'hui que la loi de concession des chemins en fer de Paris à Versailles est venue ajouter à ces conditions, nous venons encore de faire voir que notre projet peut *seul* se prêter convenablement à l'esprit de cette loi en établissant à la fois des communications directes entre Versailles et les deux parties de la capitale situées sur les deux rives de la Seine. Nous avons

prouvé, en effet, qu'avec toute autre combinaison l'existence simultanée des deux lignes est impraticable, qu'elle déterminerait la ruine des deux entreprises ou au moins celle de l'une d'elles, et compromettrait ainsi tous les avantages que l'on se promet de l'exécution du chemin en fer de Paris à Versailles.

Ainsi, non-seulement la loi est impossible avec deux lignes isolées, mais encore ses conséquences prévues et incontestables rendraient son exécution immorale. Notre projet seul peut sauver à la fois ces deux difficultés, et ce sera sans doute aux yeux de l'Administration un motif nouveau et bien puissant pour fixer son attention et nous mériter son approbation.

Paris, ce 10 août 1836.

Les auteurs du Projet,

SURVILLE, Ingénieur;

GUILLAUME, Architecte.

Imprimerie d'Hippolyte TILLIARD, rue Hyacinthe-St-Michel, 30.

